COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-SOIXANTE-ET-UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE **1915**.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et C[ie], IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1915

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Léon Lecornu** fait hommage à l'Académie du Tome II du *Cours de Mécanique professé à l'École Polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

M. **Henri Lecomte** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Tomes IV et V des *Records of the Survey of India*, transmis par le Ministère des Affaires étrangères.

ÉLECTRICITÉ. — *Coups de foudre sur les lignes télégraphiques*. Note [1] de M. **Ziller**, présentée par M. J. Violle. (Extrait.)

Chaque année, pendant la saison d'été, des poteaux, des isolateurs sont détruits et des lignes sont interrompues par des coups de foudre sans que l'Administration se soit préoccupée jusqu'à présent de faire prendre des dispositions de nature à éviter ces accidents.

Cela tient sans doute à l'idée qui s'est ancrée dans les esprits et qui fait croire qu'il s'agit là d'accidents dont on n'est pas maître, que le feu du ciel tombe au hasard sur nos lignes et qu'il faut subir patiemment le fait de la fatalité.

Cependant d'un grand nombre d'observations que j'ai eu l'occasion de faire, il résulterait qu'il n'en est pas ainsi; que les poteaux qui sont foudroyés sont désignés à l'avance pour l'être, qu'il s'agit en réalité de vices de construction et que des mesures très simples, ne coûtant rien, suffiraient pour éviter tout dégât.

Voici d'ailleurs le résumé des remarques que j'ai faites :

1° Les poteaux des lignes ne supportant qu'un fil sont plus particulièrement sujets à être foudroyés.

La situation topographique du poteau ne paraît jouer aucun rôle, car j'ai vu des poteaux placés en contre-bas du terrain et sous le couvert d'arbres élevés être complètement pulvérisés quand l'arbre voisin ne présentait aucune lésion, si ce n'est que des brindilles des basses branches, touchant au fil, s'étaient fanées et desséchées.

2° Sur les lignes chargées de fils il n'y a jamais d'accident en ligne courante et seuls sont frappés les poteaux qui servent de point de dérivation à un fil du service de la voie ferrée se détachant de la ligne principale pour aller aboutir soit à un disque ou signal voisin, soit à une halte ou guérite très rapprochée et munie d'un appareil quelconque relié à la terre.

On peut d'ailleurs rapprocher de cette observation le fait bien connu de la fréquence avec laquelle brûlent les sonneries placées chez les porteurs de télégrammes des bureaux municipaux qui, elles aussi, sont desservies le plus souvent par une ligne très courte reliée directement à la terre par le butoir de repos du bouton d'appel.

3° L'effet du coup de foudre est toujours le même :

---

(1) Séance du 28 juin 1915.

L'isolateur est décapité avec une cassure nette; on aperçoit sur un côté un point où l'émail est craquelé comme par un choc et autour de ce point on voit sur le blanc de la porcelaine cassée une auréole d'aspect métallique qui doit être produite par la vapeur condensée du zinc de la galvanisation volatilisé et entraîné par l'étincelle.

Le bois du poteau est fendu à partir de l'extrémité inférieure de la console en fer de l'isolateur et la fente va en s'élargissant vers le pied du poteau.

Ce détail se voit très nettement sur les poteaux qui ne portent qu'un seul isolateur.

Dans tous les cas, la tête du poteau reste intacte.

Il serait très utile d'introduire, dans le circuit des conducteurs prenant terre dans le voisinage de la ligne, tels que les fils se détachant aux disques, un dispositif offrant une self-induction, quelque petite qu'elle soit. Ce résultat serait obtenu en intercalant entre le dernier isolateur (habituellement placé sur les disques eux-mêmes) et à l'entrée de l'appareil, c'est-à-dire à l'endroit où le fil de ligne n'a plus à supporter aucune tension, un boudin de fil de fer à spires écartées de plusieurs millimètres, d'un diamètre de 2^{cm} à $2^{cm},5$ et comportant au moins 50 ou 60 spires.

Ce boudin peut être fait avec l'extrémité même du fil de ligne.

Ces spires réagissant l'une sur l'autre offriraient une certaine self-induction, c'est-à-dire une résistance marquée aux courants oscillatoires, sans gêner en rien le courant d'exploitation.

BOTANIQUE. — *Cytologie du* Bacillus verdunensis *Pénau nv. sp.* Note [1] de M. **Henri Pénau**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le bacille. — Le bacille a été trouvé dans l'eau d'un puits de Verdun où il voisinait en particulier avec le coli-bacille, duquel il a été séparé.

Le bacille mesure $1^{\mu},5 \times 6^{\mu}$; il est très visiblement mobile pendant les premières heures de son développement, puis devient immobile ultérieurement.

Il se colore très nettement par toutes les couleurs d'aniline et prend le Gram.

Son développement rapide, à 20°-22°, est optimum à 37° et s'effectue encore avec luxuriance à 42°-43°, même dans des bouillons phéniqués. Il

[1] Séance du 28 juin 1915.

commence déjà à sporuler au bout de la quarantième heure d'un séjour à l'étuve à 37°.

Au point de vue de ses caractères culturaux et biochimiques il donne : sur *gélose*, une large culture blanche, envahissante, à bords finement estompés; sur *bouillon*, d'abord une culture trouble, homogène, puis au bout de 24 heures un voile qui se précipite en formant, à la partie inférieure du tube, un culot assez abondant; sur *pomme de terre*, une culture grasse, blanche, envahissante; sur *gélatine*, un entonnoir de liquéfaction; le *lait* est peptonisé sans être coagulé; le *bouillon* au rouge neutre n'est pas viré; le *glucose* n'est pas fermenté; l'*eau peptonée* ne produit pas d'indol.

Technique. — Afin de se trouver dans des conditions toujours identiques, les cultures ont été effectuées sur gélose à partir de la spore.

Les bacilles obtenus aux différents états de leur développement, après 9, 18, 24, 36, 43, 48, 76 heures de séjour à l'étuve à 37°, ont été émulsionnés dans de l'eau glycéro-albumineuse; les suspensions bactériennes étalées sur lames et fixées suivant les cas au Pérényi, au Lavdowsky, à l'alcool absolu ont été colorées à l'hématoxyline, au fer, à l'hématéine alunée acide, au violet gentiane, au bleu polychrome ou au Giemsa. Cette méthode, un peu longue sans doute mais très précise, et qui nous a donné de si bons résultats dans nos précédentes recherches, nous a permis de distinguer dans l'évolution du bacille cinq stades :

ÉVOLUTION. — *Premier stade : Indifférenciation cellulaire*. — Les éléments jeunes, issus de la germination de la spore, se bipartissent avec une grande rapidité et sont disposés en longues séries linéaires formées de bâtonnets à extrémités carrées. Le cytoplasme est dense, basophile, peu différencié; il est cependant possible, par des régressions très poussées, d'y mettre en évidence quelques traînées basophiles à contours indistincts, qui constituent sans doute l'ébauche du noyau futur.

Deuxième stade : Noyau agrégé globuleux. — A ce stade les éléments sont libres et non plus en chaînettes; ils affectent la forme de bâtonnets à extrémités plus ou moins arrondies et présentent un noyau circulaire chromophile, dense, bien défini morphologiquement et chromatiquement, qui occupe l'un des pôles du bacille. En outre, ces cellules possèdent une grande vacuole ellipsoïdale barrée transversalement par des trabécules cytoplasmiques. Ces trabécules sont faussement basophiles, car, s'ils retiennent énergiquement la laque ferrique, ils ne se colorent qu'en rose violet par le Giemsa, qui teinte énergiquement les noyaux en bleu foncé.

La bipartition nucléaire s'effectue très simplement par une section du noyau, tandis que les deux demi-noyaux ainsi constitués s'éloignent l'un de l'autre et que la cellule à son tour subit la bipartition non par étirement, mais par un phénomène de section bien nette, comme celle qui a été

constatée pour le noyau. Un certain nombre d'éléments sont binucléés et présentent un noyau médian et un noyau polaire, ou bien deux noyaux polaires, ou bien encore deux noyaux placés tout près l'un de l'autre, suivant que la bipartition a eu lieu depuis un certain temps, ou qu'elle vient de se faire instantanément. Les méthodes progressives ou régressives ne permettent pas de distinguer de structure nette au noyau, qui paraît uniformément plein.

A aucun stade on ne constate dans le cytoplasme de corpuscules métachromatiques.

Troisième stade : Noyau diffus. — A partir de la dix-huitième heure, les éléments indifférenciés et uninucléés deviennent excessivement rares. Quand le noyau existe, il est petit et en voie de caryolyse centripète. Le cytoplasme est toujours vacuolaire, mais les éléments courts ne présentent qu'une ou deux vacuoles ellipsoïdes, tandis que les éléments longs, au contraire, sont entièrement spongioplasmiques; dans les deux cas d'ailleurs, la chromatine qui a diffusé du noyau se condense sous forme d'anneaux, plus ou moins réguliers autour des vacuoles dans le premier cas; elle imprègne, au contraire, énergiquement les trabécules spongioplasmiques dans le cas des éléments longs. On peut apercevoir également, dans quelques cellules, de fins nodules chromatiniens qui accompagnent les anneaux basophiles signalés ci-dessus.

Au moment de la division cellulaire, un tractus clair apparaît au milieu de l'élément qui est sur le point de se diviser, puis les deux parties se séparent carrément l'une de l'autre, comme coupées au couteau.

Quatrième stade : Sporogenèse. — A partir de la vingt-quatrième heure, on commence déjà à apercevoir des agglomérats de chromatine semi-lunaires, en fer à cheval ou claviformes. On aperçoit aussi des nodules basophiles qui glissent sur les filets spongioplasmiques; épaississements et nodules vont se rassembler, comme par un mouvement de reptation, à l'un des pôles de l'élément et, quand celui-ci est très long, à ses deux extrémités. Ils forment ainsi des agglomérats volumineux, denses et bien individualisés qui ressemblent au noyau du deuxième stade, mais qui en réalité constituent l'ébauche des spores futures; ce sont les préspores.

A ce stade encore l'aspect spongioplasmique du cytoplasme est toujours très net et parfaitement mis en évidence par les colorants acides.

Cinquième stade : Sporulation. — A la trente-sixième heure, les aspects protoplasmiques précédant la sporulation, assez rares à la vingt-quatrième heure, sont ici la règle dans presque tous les éléments.

Le préspore grossit peu à peu, devient nettement ovoïde, perd sa basophilie en se cutinisant et ne se laisse plus colorer par les teintures acides ou basiques. Mais si l'on effectue un mordançage à l'acide chromique, suivi d'une double coloration à la fuchsine bleu de méthylène (coloration des spores de Moëller), on aperçoit alors, tranchant en rouge vif, sur le contenu bleuté du cytoplasme en voie de cytolyse, la spore qui ne tarde pas à être libérée du reste de l'élément dégénéré.

Dans les bacilles longs, qui présentent deux préspores, une seule s'accroît pour devenir la spore, tandis que l'autre conserve sa basophilie, ce qui a entraîné certains observateurs à croire qu'il y avait un noyau accessoire qui subsistait pendant la sporulation. Cette réserve de chromatine non utilisée entre en dégénérescence ultérieurement en même temps que le cytoplasme résiduel. A la soixante-quinzième heure, la plupart des éléments sont entièrement sporulés et un grand nombre de spores sont libres; elles se présentent alors sous forme de petits corpuscules circulaires ou ovoïdes suivant l'incidence sous laquelle ils se présentent.

Conclusion. — Cette étude corrobore nos recherches précédentes sur la présence, dans les bactéries endosporées, d'un noyau net, transitoire, comme dans les *Bacillus mycoides* et *Bacillus anthracis*, auquel fait suite un noyau diffus, un chromidicien, tandis que dans le *Bacillus megatherium*, au contraire, ces deux formations nucléaires coexistent pendant toute la durée du développement. L'évolution du *Bacillus verdunensis* présente d'ailleurs de très grandes analogies avec celle du Charbon, étudiée précédemment par nous.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Un genre de Légumineuses-Papilionacées nouveau pour la cyanogenèse (genre* Ornithopus *L.).* Note de M. **M. Gard**, présentée par M. Guignard.

Le genre *Ornithopus* ne comprend que quelques espèces de petites plantes herbacées annuelles, dont quatre ne sont pas rares dans les pays de landes du sud-ouest de la France.

Les *O. ebracteatus* Brot. et *O. compressus* L. sont plutôt des plantes de la région méditerranéenne. Mais le premier a remonté dans l'Ouest jusqu'en Angleterre, tandis que le second n'a pas dépassé le massif armoricain. Les deux autres font plutôt partie de cette flore atlantique si spéciale, vestiges d'une flore beaucoup plus riche selon l'opinion de certains phytogéographes : ce sont *O. roseus* Dufour qui, du Portugal et de l'Espagne, s'étend jusqu'au Morbihan; puis *O. perpusillus* L. qui semble bien originaire

de l'ouest, mais a fortement gagné vers l'est puisqu'il s'étend jusqu'en Russie.

J'ai reconnu, chez ces quatre espèces, l'existence d'un composé cyanogénétique par le procédé habituel du broyage, de la digestion et de la distillation. La partie aérienne des plantes en fleurs et cueillie à la fin d'une journée ensoleillée est rapidement broyée, avec ou sans les fruits, et mise à macérer dans une petite quantité d'eau distillée, à la température du laboratoire, pendant quelques heures. Le distillat, additionné de potasse étendue, accuse toutes les réactions des cyanures, notamment celle du bleu de Prusse. Au début de la distillation, le papier picro-sodé (¹) prend la teinte caractéristique de l'isopurpurate de potassium.

Le dosage a été effectué chez deux espèces par la méthode de Liebig modifiée par M. Denigès. On obtient, pour 100 parties en poids de plantes fraîches :

O. compressus (sans les fruits)...................	$0^g,02808$
O. perpusillus (avec les fruits)...................	$0^g,01296$

L'acide cyanhydrique paraît être en totalité en combinaison, comme l'indique l'action de l'alcool fort bouillant. Le principe est décomposé par une enzyme répandue dans la plante. Celle-ci, broyée, ne provoque pas le dédoublement de l'amygdaline; par suite le ferment soluble n'appartient pas au groupe de l'émulsine.

Les *O. roseus* et *O. ebracteatus* donnent aussi de l'acide cyanhydrique, mais en quantité moindre encore si l'on en juge par le faible précipité de bleu de Prusse obtenu.

Enfin j'ai recherché l'acide dans le fruit vert et la graine d'*O. compressus* où il paraît en exister des traces. Mais cette recherche et le dosage offrent des difficultés en raison de la petitesse des graines et du mode de déhiscence du fruit. Ce dernier se décompose en articles au niveau des étranglements, de telle sorte que la graine reste incluse et ne peut être isolée facilement.

MÉDECINE. — *Du traitement des plaies récentes par un liquide iodé expansible.* Note (²) de M. **Ed. Crouzel**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

L'iode est l'un des antiseptiques les plus sûrs de l'arsenal thérapeutique: d'un emploi très répandu, sous forme de teinture d'iode; toutefois, on peut

(¹) L. Guignard, *Le Haricot à acide cyanhydrique* (*Bull. Sc. pharm.*, t. 13, 1906, p. 60).

(²) Séance du 28 juin 1915.

reprocher à la teinture d'iode officinale, c'est-à-dire à 10 pour 100, sa proportion en métalloïde trop forte et son degré alcoolique trop élevé (95°). D'où la causticité du produit et le danger de le faire pénétrer dans les plaies profondes et anfractueuses. Aussi convient-il, dans ce cas, de diluer la teinture d'iode ordinaire et de la ramener à 5 pour 100. Il est un autre obstacle sérieux à l'emploi de la teinture d'iode, pour le pansement des plaies : c'est l'altération rapide de ce médicament, qui devient plus caustique encore, par suite de la production d'acide iodhydrique. L'emploi des ampoules d'iode métalloïdique pulvérisé, pour la préparation extemporanée de la teinture d'iode que j'ai, le premier, préconisé en 1910, permet il est vrai de tourner un peu la difficulté, à ce dernier point de vue.

L'objection la plus grave à l'emploi de la teinture d'iode, pour le traitement des plaies, c'est qu'elle est offensante pour les tissus, par son excipient l'alcool à 95°, qui coagule les matières albuminoïdes du sang (sérine, globuline, nucléo-albumine) et diverses matières organiques des tissus de l'organisme, provoquant ainsi la formation, au sein des tissus dilacérés, de véritables corps étrangers. Ceux-ci constituent un sérieux danger pour les organes voisins, par la formation possible de thromboses, quelquefois fatales. Il s'ensuit qu'ainsi le remède pourrait être pire que le mal.

J'estime donc que l'emploi de la teinture d'iode du codex doit être limitée à la désinfection des champs opératoires et à la révulsion légère. Frappé de ces divers inconvénients, j'ai imaginé, il y a 5 ans, de substituer à la teinture d'iode un liquide iodé possédant toutes les qualités antiseptiques de celle-ci, dépourvu de ses dangers et répondant à tous les desiderata thérapeutiques : c'est *l'éther iodé à 5 pour* 100, c'est-à-dire saturé d'iode.

La pénétration par diffusibilité de ce liquide est infiniment plus rapide et plus considérable : celui-ci produit aussi, par son évaporation presque instantanée, un peu d'anesthésie succédant à une douleur un peu vive, mais fugace. Il est bon de rappeler ici que l'éther sulfurique est un excellent dissolvant des corps gras susceptibles de souiller les plaies. C'est une qualité de plus à l'actif de ce liquide.

Mode opératoire. — Lorsqu'il s'agit de plaies superficielles, on se borne à projeter le liquide, au moyen d'une seringue en verre. Les surfaces sont ainsi détergées et aseptisées.

Pansement consécutif à la gaze et au coton hydrophyle stériles. Lorsqu'il s'agit de plaies profondes, anfractueuses ou non, l'irrigation est réalisée par injection directe poussée vigoureusement jusque dans les

profondeurs. On obture immédiatement, pendant quelques instants, avec la pulpe du doigt ou par l'application d'un bouchon de taffetas gommé. Par sa tension de vapeur, le liquide éthéré dilate les cavités, écarte les uns des autres les tissus accidentellement dissociés et les rend accessibles au liquide antiseptique qui y abandonne l'iode en particules excessivement ténues.

Par ce moyen, il est facile de diagnostiquer la communication profonde de deux fistules contiguës, mais que rien n'indique.

Il est bien entendu que le voisinage des gros troncs artériels et veineux impose des précautions spéciales sur lesquelles il est inutile d'insister. La proximité des nerfs, même moteurs, est négligeable. L'éther sulfurique n'exerce pas sur ces derniers éléments anatomiques l'influence fâcheuse de l'alcool concentré. Cette particularité n'est pas la moins précieuse de tous les autres avantages de ma méthode.

L'absorption légère de l'éther par la voie des surfaces cruentées ne présente que des avantages, par suite de l'action élective de ce liquide sur le cœur qu'il relève utilement à la suite des chocs nerveux consécutifs aux accidents.

L'éther iodé, conservé en flacons bien bouchés, est inaltérable. Il convient de ne pas oublier qu'il est inflammable et que, par suite, il doit être manié avec prudence.

L'emploi du procédé que je préconise ici a toujours été couronné de succès dans tous les cas nombreux où j'ai eu l'occasion de l'appliquer, pendant cinq années consécutives, dans les plaies récentes aux membres, profondes souvent de plusieurs centimètres et produites par des instruments agricoles souillés (fourches à fumier, pointes rouillées, etc.) qui pouvaient faire redouter des accidents septiques et même le tétanos.

L'application est spécialement indiquée dans les cas de blessures de guerre.

MÉDECINE. — *Procédé simple pour l'examen électrique des paralysies.* Note (¹) de M. **J. Cluzet**, présentée par M. d'Arsonval.

La fréquence des paralysies de diverses natures rend l'électrodiagnostic indispensable dans un grand nombre d'hôpitaux militaires, car, quand il s'agit d'établir la nature d'une paralysie et son degré de gravité ou d'ins-

(¹) Séance du 28 juin 1915.

tituer un traitement électrique, l'exploration électrique des nerfs et des muscles doit être pratiquée systématiquement.

Or, pour qu'il soit possible de généraliser l'emploi de l'électrodiagnostic, il faut une installation simple pouvant utiliser directement le courant de l'éclairage électrique, qu'on trouve aujourd'hui dans presque tous les hôpitaux. Il est nécessaire encore que l'appareil soit facilement transportable de manière à servir successivement dans les diverses formations qui ne peuvent être pourvues d'une installation permanente.

Le condensateur à électrodiagnostic remplit toutes ces conditions.

L'appareil se compose essentiellement de condensateurs plans pouvant donner toutes les capacités comprises entre 0,01 et 12 microfarads; d'ailleurs, pour appliquer la méthode simple dont il s'agit ici, quatre capacités suffisent : 0,05, 0,01, 1 et 10 microfarads, lorsque le potentiel du courant de ville est compris entre 110 et 125 volts. En outre, l'appareil comprend une clé de Morse à trois contacts permettant d'effectuer la charge et la décharge du condensateur, un renverseur du courant de charge et deux résistances (2000 et 5000 ohms) qu'on peut introduire à volonté dans le circuit de décharge.

Ainsi constitué, l'appareil est chargé directement sur le secteur d'éclairage ou de force; même si le courant est alternatif. L'expérience montre en effet que la charge des condensateurs s'opère convenablement avec le courant alternatif; il suffit de manœuvrer deux ou trois fois la clé de Morse pour obtenir toujours la contraction d'un muscle, avec les caractères normaux ou anormaux de cette contraction.

Voici les conclusions qu'on peut tirer d'un examen au condensateur :

1° Lorsque la décharge des faibles capacités, appliquée sur le tronc nerveux et sur les muscles paralysés correspondants, produit une contraction musculaire normale (c'est-à-dire rapide), on peut conclure que la paralysie n'est pas due à une lésion du tronc nerveux, tout au moins dans la partie excitable de celui-ci.

2° Dans les paralysies récentes, il peut arriver que le tronc nerveux soit inexcitable au-dessus de la blessure, tandis que les réactions du muscle sont encore normales : on a alors un signe précoce de lésion nerveuse au niveau de la blessure.

3° Le tronc nerveux étant inexcitable, si les muscles correspondants le sont aussi aux décharges des faibles capacités et s'ils répondent, par une contraction lente, aux décharges des fortes capacités (avec ou sans résistance intercalaire), on a tous les caractères essentiels de la réaction de dégénérescence (RD) : la lésion du neurone moteur périphérique est certaine.

Tous les signes secondaires de la RD peuvent d'ailleurs être mis en évi-

dence, s'ils existent. Ainsi l'inversion des actions polaires sera recherchée en manœuvrant le renverseur du courant de charge; le déplacement du point moteur (réaction longitudinale de Remak-Doumer) sera recherché en déplaçant l'électrode active sur toute la longueur du muscle considéré.

Tel est le procédé simple qui m'a permis d'effectuer, depuis 8 mois, les examens électriques dans diverses formations hospitalières pour blessés militaires. Mes observations, qui portent sur un grand nombre de malades, dont beaucoup ont subi une intervention chirurgicale, montrent l'exactitude des conclusions précédentes. En particulier, lorsqu'il existe la RD, si le chirurgien constate l'intégrité macroscopique du nerf, on doit admettre quand même l'existence d'une lésion nerveuse; tous nos malades dans ce cas présentaient une paralysie qui s'est maintenue malgré la libération du nerf.

MÉDECINE. — *Les premiers stades de l'évolution des lésions dans les blessures par projectiles de guerre. Conséquences pratiques.* Note (1) de MM. **A. Policard** et **A. Phélip**, présentée par M. A. Dastre.

Les circonstances ont fait que, dans une ambulance d'une division d'infanterie, trois conditions fussent réalisées :

1° Installation microscopique sommaire mais suffisante;

2° Proximité immédiate de la ligne de feu, permettant l'observation de blessés très peu de temps après leurs blessures;

3° Collaboration d'un chirurgien et d'un histologiste.

Ceci a permis d'aborder le problème suivant :

I. Le problème. — *Quels sont les processus histologiques et bactériologiques initiaux qui se succèdent au niveau d'une blessure par projectile de guerre entraînant dans les tissus conjonctivo-musculaires des débris vestimentaires souillés?* Comment les tissus réagissent-ils? Comment les germes se développent-ils?

II. La méthode. — Au moment même de l'intervention chirurgicale (enlèvement à la curette des projectiles et des débris de vêtements entraînés), des fragments des corps étrangers vestimentaires et des tissus ambiants plus ou moins altérés sont rapidement dissociés sur une lame, desséchés et traités ultérieurement comme un frottis habituel. Ce procédé, d'apparence sommaire, est très suffisant et au reste le seul possible dans les conditions de guerre. Il permet de se rendre très exactement compte de la nature des éléments histologiques qui entourent les fragments de vête-

(1) Séance du 28 juin 1915.

ments, des caractères des germes microbiens, etc. Comme l'intervention chirurgicale se fait un temps variable, après la blessure, il est possible, en sériant chronologiquement les cas, de se rendre compte des processus qui interviennent à partir du moment du traumatisme.

Nous avons suivi les phénomènes qui se passent de la troisième à la cinquantième heure après la blessure.

III. Les constatations. — On peut, dans la suite continue des processus pathologiques qui se déroulent, définir artificiellement un certain nombre de stades successifs.

1° Jusqu'à la cinquième heure, aucune réaction des tissus ne se manifeste. Il y a là une sorte de *phase de sidération*. L'examen microscopique permet de constater seulement l'existence d'un caillot enrobant les débris vestimentaires; tout autour, des débris des tissus environnants: fibres conjonctives et élastiques rompues, noyaux plus ou moins altérés, fibres musculaires traumatisées, mais pas de leucocytes.

2° De la cinquième à la neuvième heure environ commencent à apparaître des signes de *réaction des tissus*. Il y a apparition d'éléments migrateurs : polynucléaires neutrophiles, gros mononucléaires, petites cellules du type lymphocyte rhagiocrine de J. Renaut. Mais cette réaction des tissus sains environnants est faible. En même temps, les éléments des tissus traumatisés montrent des signes de dégénérescence : transformation homogène ou colliquation du cytoplasma, pycnose ou carrhyorexis des noyaux. Un certain nombre de leucocytes renferment des débris nucléaires phagocytés et fortement chromatiques.

3° Approximativement, de la neuvième à la douzième heure, on commence à constater l'apparition de microbes. Il s'agit exclusivement de bâtonnets de 5^{μ} environ, épais, à centre souvent plus clair que les extrémités, isolés ou groupés en forme de V ou en chaînettes de deux à trois éléments, prenant fortement le Gram. Nous pensons qu'il s'agit là du *Bacillus perfringens* ou du *Bacillus capsulatus aerogenes*. Les circonstances ne nous ayant pas permis de faire des cultures, nous faisons toutes réserves sur ce point. En tous cas, ils sont morphologiquement identiques aux bacilles rencontrés dans des cas types de gangrène gazeuse.

Ces bacilles commencent à apparaître au voisinage immédiat des fibres vestimentaires; ils poussent dans les coagula de sang qui enrobent ces débris; c'est là que l'observateur peut les retrouver au début de leur apparition.

4° A partir de la douzième heure environ, trois phénomènes, dépendant les uns des autres, vont marcher simultanément :

α. Les *bacilles se multiplient;* d'abord localisés autour des fibres vestimentaires, ils irradient de plus en plus; on en rencontre loin des débris de vêtements.

β. Il y a *afflux de leucocytes* polynucléaires neutrophiles. Un certain nombre apparaissent chargés de bacilles phagocytés. Mais ces phénomènes réactionnels sont minimes. Les tissus environnant le point traumatisé se « défendent mal ». C'est un point à signaler.

γ. Il y a *altération des leucocytes* qui se transforment en globules de pus, par pycnose et surtout par karyolyse. Cette altération, précoce, est en relation avec l'activité très grande des toxines microbiennes présentes. Mais, comme l'afflux des leucocytes est minime, le pus est quantitativement faible.

5° Ces phénomènes marchent d'abord lentement, puis s'accélèrent de plus en plus, de la vingtième heure à la trente-sixième heure. A ce moment le pus est déjà d'une grande fétidité. Dans certains cas, vers la quarante-huitième heure, on peut constater de la crépitation gazeuse.

Jusque vers la quarante-huitième heure, la flore microbienne, dans les régions profondes de la blessure, à l'abri de l'air, est presque exclusivement constituée par le bacille sus-décrit; à partir de la quarante-huitième heure, on constate fréquemment l'apparition d'autres germes (cocci, diplocoques, etc.).

Tels sont les phénomènes successifs qui se déroulent : on voit que d'une façon générale à une *phase de sidération* de 6 heures environ font suite deux processus simultanés et contraires : *réaction faible des tissus sains, multiplication active et précoce d'un bacille anaérobie* apporté par les débris vestimentaires souillés et dont les produits de sécrétion semblent être extrêmement actifs.

IV. Les conclusions. — En dehors de leur intérêt purement théorique, ces constatations justifient un certain nombre de conclusions pratiques.

1° Il faut que le chirurgien s'efforce d'enlever, *le plus tôt possible*, au moins les débris vestimentaires. Toutes réserves faites sur les difficultés pratiques, il serait désirable que les interventions chirurgicales *de propreté* soient faites hâtivement. Sous anesthésie locale ou sous chloréthyle général (une longue anesthésie ajouterait au choc), on pratiquera l'agrandissement du trajet, en mettant la plaie à l'air le plus possible; on évitera ainsi la pullulation des germes anaérobies véhiculés par les vêtements et les complications graves qui en seront la conséquence.

2° Le peu d'intensité des phénomènes réactionnels de défense du côté des tissus sains doit rendre le chirurgien extrêmement méfiant quant à l'emploi exclusif des

antiseptiques. A ce point de vue, nos observations histologiques sont à rapprocher des conclusions cliniques de P. Delbet sur l'inutilité et même la nocivité des antiseptiques employés habituellement d'une façon brutale. Il est manifeste que leur emploi intensif a pour effet de diminuer encore les réactions de défense déjà si minimes des tissus environnant la blessure.

MICROBIOLOGIE. — *Sur un mode de soutirage des liquides en lames minces, dans le cas de stérilisation par les rayons ultraviolets.* Note (1) de M. **Billon-Daguerre**, présentée par M. Bigourdan.

On connaît la propriété des rayons ultraviolets appliqués à la stérilisation de l'eau. Il importe beaucoup que l'eau passe, en mince couche, aussi près que possible de ces rayons.

Pour atteindre ce but, au lieu de puiser l'eau stérilisée en un point quelconque de la masse fluide, dans laquelle il se produit toujours un certain remous, le puisage a lieu *à la surface même de la lampe*, point précis où l'action stérilisante acquiert son maximum.

Ce puisage est opéré à l'aide d'un *tube en quartz pur et transparent* en

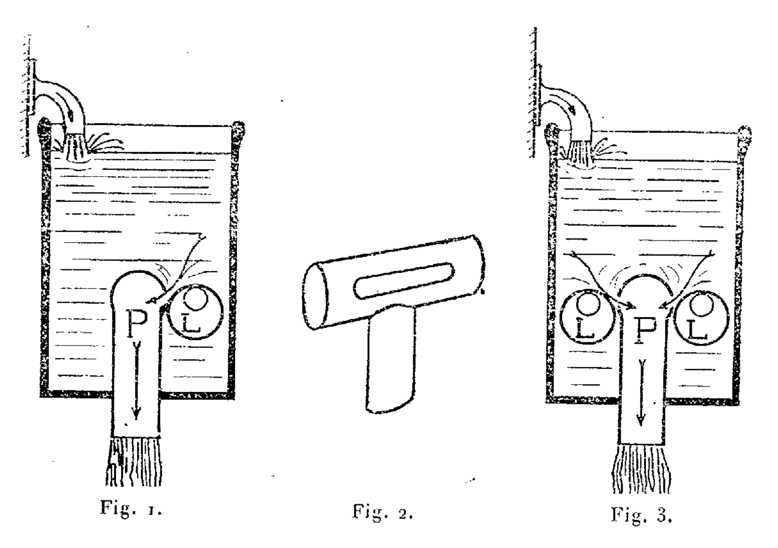


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

forme de T, faisant fonction de pipette. Cette pipette porte une fenêtre horizontale sur laquelle vient s'appuyer la lampe (*fig.* 1 et 2).

Lorsqu'il s'agit d'un débit considérable (de 5000^l à 10000^l à l'heure), on

(1) Séance du 28 juin 1915.

emploie deux lampes et, dans ce cas, la pipette porte deux fenêtres ou fentes diamétralement opposées pour le puisage de l'eau stérilisée (*fig.* 3).

C'est ce dernier dispositif qui m'a servi pour des essais dans lesquels l'eau traitée était de l'eau de Seine, prise après son passage dans Paris, et en outre additionnée de cultures très virulentes de bacille-coli, de vibrion cholérique, de tuberculose avec d'autres germes pathogènes et ferments divers, cultures qui s'écoulaient en filet continu dans une cuve de mélange. De là elle se rendait dans un bac cylindrique où elle était soumise à l'action de rayons ultraviolets.

La figure 4 représente cette installation d'épreuve, établie dans l'usine

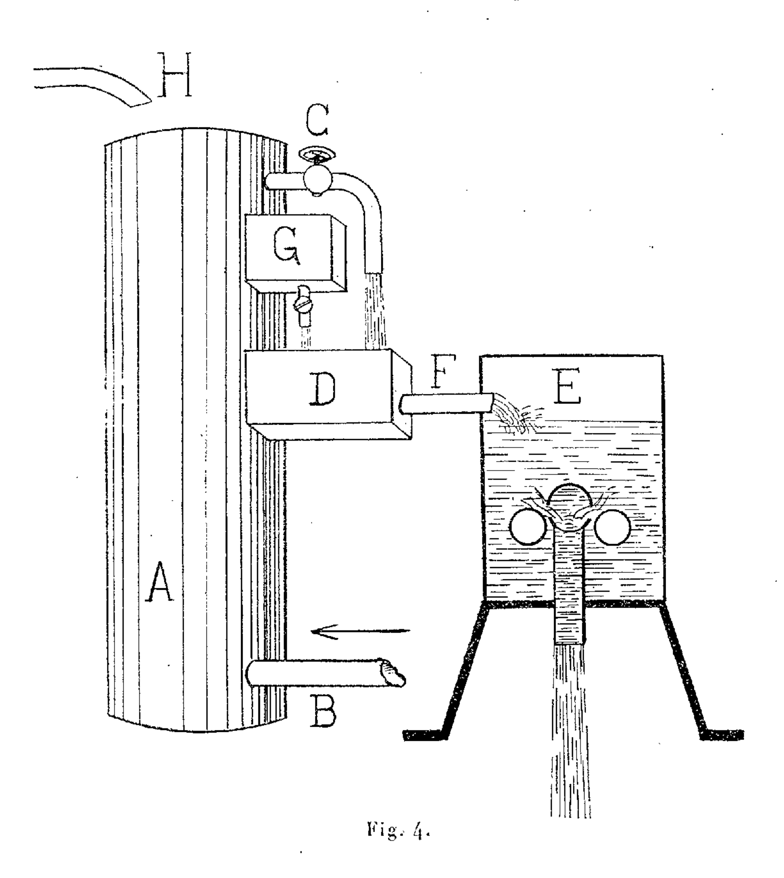


Fig. 4.

élévatoire des eaux de Croissy-Marly, où elle a fonctionné plus de 3000 heures, jour et nuit, *sans arrêt*, sans aucune diminution dans le rendement des lampes en quartz génératrices de radiations chimiques microbicides.

On a également constaté qu'il n'existait aucun dépôt calcaire ni sur les lampes ni sur la pipette; ceci s'explique par le fait que l'aspiration par la pipette de soutirage produit une vitesse d'écoulement considérable, qui balaie lampes et pipette, lesquelles sont continuellement nettoyées par le passage rapide de l'eau.

Dans cette figure 4, le cylindre vertical A, placé à gauche, est un filtre à cailloux et à sable, dans lequel l'eau entre par un tube horizontal B, placé au ras du sol. L'eau sort par un robinet C d'où elle se rend dans un bac de mélange D et de là dans la cuve stérilisatrice E, par un tuyau F.

Dans le fond de la cuve stérilisatrice E était fixée la pipette en quartz par laquelle s'écoulait l'eau stérilisée par son passage *forcé* au contact des lampes pour entrer dans les fenêtres de la pipette de sortie.

Un réservoir G, placé au-dessus du bac de mélange D, laissait écouler continuellement un filet de mélange des cultures microbiennes précitées.

Il est à noter que la consommation totale d'électricité a été seulement, *pour deux lampes en série*, de 4 ampères et 85 volts utilisés aux bornes des lampes: le tout pris sur un courant continu de 110 volts.

Dans ces conditions plus qu'anormales nous avons pu faire constater qu'à la sortie il n'existait plus de germes pathogènes dans l'eau qui s'écoulait. Si l'on ajoute que la vitesse d'écoulement était au moins de 10000^l à l'heure, on peut affirmer que c'est la première fois qu'un résultat aussi parfait et aussi économique a été obtenu.

Des installations semblables, mais montées sur voitures automobiles, peuvent être construites pour la stérilisation intégrale de l'eau destinée aux troupes du front.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 157 des *Comptes rendus* (second semestre 1913) est en distribution au Secrétariat.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Réflexions sur les principes de la Dynamique d'Aristote, et sur leur accord avec l'expérience dans le cas des phénomènes à allure uniforme.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Comment peut-on, en présence de faits nombreux, des plus vulgaires, semblant imposés à l'attention par leur fréquence même et visiblement contraires au principe fondamental de la Dynamique péripatéticienne ([1]), s'expliquer qu'Aristote et ses innombrables disciples, parmi lesquels il y en a eu tant d'éminents, aient pu, durant vingt siècles, regarder les vitesses de corps en présence comme fonction de leurs situations ou respectives, ou absolues au sein de l'Univers? Car ils pensaient que chacun y a sa place *naturelle*, dans laquelle, à leur sens, il trouve soit le *repos* vers lequel il tend et que, *non violenté*, il possède, si c'est un composé des *quatre*

([1]) Voir, par exemple, la fin de ma Note du 1er juillet 1912 (*Comptes rendus*, t. 155, p. 5) intitulée « *Pourquoi les équations différentielles de la Mécanique sont du second ordre, plutôt que du premier, ou, en d'autres termes, déterminent les accélérations des points matériels et non leurs vitesses?* ». Au contraire, d'après M. Pierre Duhem dans le Tome Ier de son grand Ouvrage intitulé « *Le système du Monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* », Aristote regardait les vitesses comme directement fonctions de l'état statique ou de la configuration actuelle.

éléments (terre, eau, air, feu), soit *le mouvement circulaire uniforme lui convenant éternellement*, autour d'un axe mené par le centre de notre globe *immobile*, si c'est un corps *céleste*.

II. Il doit y avoir surtout, au fait d'une croyance si tenace chez eux malgré les objections qu'elle soulevait, la raison principale que, peu mathématiciens en général (y compris Aristote lui-même), ils se contentaient d'entrevoir à peine, les laissant instinctivement de côté comme trop complexes ou impossibles à débrouiller, la multitude des mouvements *variés*, où la notion fondamentale de *vitesse* leur restait sans doute obscure et, par suite, celle d'*accélération*, encore moins accessible. Ils en étaient donc réduits, pour la Mécanique terrestre, à baser leurs idées dynamiques sur l'observation des *régimes uniformes*, en quelque sorte normaux, auxquels nous accoutume la vie sociale et qui nous deviennent familiers dès l'enfance.

Tels sont ceux qu'offrent, par exemple : un navire soumis à l'impulsion d'un vent persistant plus ou moins fort, qui enfle ses voiles, ou à la traction du câble sur lequel pèsent le plus possible, en marchant d'un pas cadencé, la file des matelots qui le halent à son arrivée dans le port; une voiture traînée sur une route, à une allure déterminée, par un ou plusieurs chevaux; un treuil élevant des matériaux, sous le pas automatique du carrier qui gravit ses échelons; une lourde meule écrasant des olives ou broyant du grain, sous l'effort régulier du cheval qui la fait rouler à côté de lui dans un manège; etc.

III. Or, dans ces cas divers de mouvements *qui ont fini par se régler*, ou bien le travail de la puissance est tout entier absorbé par des *résistances passives*, croissant avec la vitesse et qu'un philosophe peu géomètre regardera comme mesurées ou représentées, avec une approximation suffisante, par cette vitesse même; ou bien il y a, outre une résistance principale et *visible* à vaincre (telle qu'est, par exemple, une *charge* à élever), équilibrée par la puissance et absorbant la partie du *travail moteur* dite *travail utile*, encore des résistances invisibles, employant un reste très notable de ce travail de la puissance, et toujours fonctions de la vitesse, c'est-à-dire mesurées ou représentées plus ou moins bien par elle. Donc, suivant les cas, soit la totalité de la puissance, soit, du moins, une portion de cette puissance en excédent sur la résistance connue, apparaissait à l'esprit non pas, *conformément à la réalité*, comme *employée à créer du mouvement vibra-*

toire parasite, sans cesse disséminé en tous sens et semblant assez peu de chose, mais bien comme employée à entretenir, à alimenter, pour ainsi dire, la *vitesse normale;* et celle-ci paraissait ainsi produite constamment par un effort *actuel* du moteur sur le corps mû, ou exprimer, égaler à chaque instant cet effort, proportionnel lui-même à l'intimité plus ou moins grande du contact des deux corps *actif* et *passif* (*moteur* et *machine*), c'est-à-dire fonction de leurs situations respectives.

De là, l'idée naturelle, d'ailleurs la plus simple possible comme on a vu au n° I de la Note citée plus haut, de vitesses reliées directement à l'état statique ou dépendant de la configuration actuelle des systèmes matériels.

IV. Les anciens auraient pu encore, passant des solides aux fluides, observer que les vitesses d'écoulement, dans les cours d'eau découverts à l'état de *régime uniforme* ou *quasi uniforme*, sont visiblement fonctions de la figure des sections transversales et des degrés de rugosité du lit, mais, surtout, des profondeurs d'eau (aux divers points de la largeur) et de la *pente superficielle* (petite inclinaison, sous l'horizon, du profil longitudinal de la surface libre), toutes circonstances purement géométriques ou d'état statique.

V. En général, l'équilibre existe entre les forces en jeu, et les accélérations ou les inerties sont négligeables, pour tous les mouvements qui, dans une région de l'Univers ou fixe, ou se déplaçant lentement et uniformément en ligne droite, parviennent à *se régler*, c'est-à-dire à être *permanents* (ou quasi permanents), et qui, de plus, se règlent soit en devenant *uniformes* pour chaque particule matérielle, soit sans le devenir, mais, alors, en se faisant avec des vitesses assez petites pour qu'on puisse, dans les équations différentielles de leurs mouvements, négliger les carrés et produits de ces vitesses à côté de leurs premières puissances.

Soient, en effet, au point (x, y, z) de l'espace et à l'époque t, (u, v, w) les trois composantes de ces *petites* vitesses, fonctions continues de x, y, z et t; soient aussi a, b, c les trois *petites* composantes analogues de la vitesse constante avec laquelle se déplace la région où l'on suppose réalisée la permanence du phénomène. Comme, dès lors, durant l'instant dt, u, v, w ne varient pas pour un observateur dont les coordonnées x, y, z croissent de adt, bdt, cdt, les différentielles totales correspondantes de u, v, w s'annulent; et l'on a

$$\frac{d(u, v, w)}{dt} = -a\frac{d(u, v, w)}{dx} - b\frac{d(u, v, w)}{dy} - c\frac{d(u, v, w)}{dz}.$$

Enfin, a, b, c étant de l'ordre de petitesse de u, v, w, les seconds membres sont négligeables comme s'ils n'étaient pas linéaires. Donc les dérivées en t, *prises sur place*, de u, v, w sont, elles aussi, négligeables au même degré; et, par suite, les accélérations u', v', w', qui n'excèdent, comme on sait, ces dérivées sur place, que des termes du second ordre

$$u\frac{d(u, v, w)}{dx} + v\frac{d(u, v, w)}{dy} + w\frac{d(u, v, w)}{dz},$$

ne le sont pas moins.

Les lois de ces phénomènes se déduiront, par conséquent, des équations du mouvement en y supprimant le terme des accélérations ou des inerties. Or la matière est généralement affectée de *viscosité;* ce qui signifie que les forces dont elle est le siège *à l'état de mouvement*, exprimables dans l'ensemble, comme on sait qu'elles le deviennent, au moyen de caractères non microscopiques (ou, pour mieux dire, non confinés à l'intérieur des groupes moléculaires), mais *accessibles à nos sens*, contiendront dans leurs formules non seulement des particularités de sa figure visible *actuelle*, mais aussi *la vitesse avec laquelle cette figure visible se déforme ou varie* [1]. Donc, les équations du mouvement rattacheront alors cette vitesse de changement de la figure actuelle, considérée dans ses éléments essentiels, à la figure actuelle elle-même. Or, telle paraît bien être au fond (suivant M. Duhem)

---

[1] Les six variables (généralement trois *dilatations* et trois *glissements*, comptés, les unes et les autres, à partir d'un *état primitif* donné), qui caractérisent à l'instant actuel la *configuration visible* d'une particule, laissent évidemment *très indéterminée* la structure intérieure de ses groupes moléculaires, qui influe pourtant sur les *pressions* mutuelles exercées entre les divers fragments de la particule. Elles ne déterminent (et, encore, indirectement ou *implicitement*) cette structure intérieure et, par suite, les pressions, que lorsque les déformations visibles se font avec assez de lenteur pour laisser sans cesse le temps, à chaque groupe moléculaire, de prendre sa figure *la plus stable possible*, eu égard à la place qui lui est laissée entre ses voisins par la configuration visible ou d'ensemble imprimée à la particule. Donc, quand les déformations visibles se font avec une certaine rapidité, il y a des écarts, croissants avec cette rapidité même, ou fonctions de celles-ci, entre la contexture intérieure effective de la particule et sa contexture idéale ou *élastique*, qui aurait lieu, *pour même figure visible actuelle, si la déformation était infiniment lente*. Ce sont ces écarts, et les écarts corrélatifs en résultant pour les pressions, écarts évidemment fonctions aussi des vitesses *visibles* de déformation de la particule, qui constituent la *viscosité*.

Comme les groupes moléculaires nous échappent, les *vitesses de variation* des trois dilatations et des trois glissements *visibles* entreront donc comme variables dans nos formules usuelles des *forces de viscosité*, c'est-à-dire des excédents de pression dus au mouvement.

l'idée fondamentale de la Dynamique d'Aristote; car les vitesses de déformation d'un système de points sont étroitement liées aux vitesses relatives de ses diverses parties.

L'idée fondamentale en question était donc correcte, en particulier, pour tous les phénomènes terrestres *parvenus à un état de régime uniforme ou quasi uniforme.*

VI. Et la même idée se trouvait confirmée par les observations séculaires du mouvement apparent, ou sensiblement ou *moyennement* uniforme, de chaque astre vu dans le ciel, mouvement ayant sa vitesse en rapport déterminé avec le rayon de la sphère transparente ou de cristal, concentrique à notre globe et au centre de l'Univers, qui était censée, dans sa rotation autour d'un certain axe émané du centre commun, transporter l'astre fixé sur elle. Ce mouvement sans commencement ni fin observables et parfaitement ordonné ou réglé, ainsi fonction des situations de l'astre et de la sphère cristalline dans les *Cieux*, se faisait d'ailleurs en accord avec ceux des autres êtres célestes, tous divins, éternels et incorruptibles, tous emportés dans leurs révolutions *harmonieuses* par leur *attrait* instinctif pour le *Bien*, suprême et universelle *Cause finale*, souverainement désirable, intelligente et intelligible, toute belle, simple et parfaite, ou *acte pur* épuisant en elle le Réel par son égalisation à l'Idéal, au possible, enfin immobile elle-même dans le monde des idées éternelles et vivant de leur contemplation (1).

(1) On remarquera que cette vie contemplative, tout *intérieure* mais apte à animer la solitude de la Divinité suprême, et d'une intensité infinie comme sa source, n'empêche nullement un rôle actif, *efficient*, de la Cause première au *dehors*, c'est-à-dire dans la création (éternelle ou non) du Monde, des êtres finis ou contingents, purs néants à côté de son immensité et incapables, même suscités par Elle, de troubler son *tout-puissant* repos. La Cause première pourra être ainsi tout à la fois, pour l'Univers, *efficiente*, comme le pensait Platon, et *finale*, comme la voit Aristote.

Je ne sais comment a été commentée, par l'Antiquité et par les Pères de l'Église, cette étonnante pensée qu'eut Aristote, d'attribuer à la Divinité suprême une existence *contemplative*. Mais elle me paraît admirable comme point naturel d'insertion ou, pour ainsi dire, de *greffage*, dans nos conceptions, de l'épanouissement Chrétien de l'idée de Dieu et de sa vie intérieure, constitué par le mystère des *Personnes* divines avec leurs éternelles relations (non chronologiques, mais logiques), cet épanouissement qui fait remonter jusqu'à la source des idées et des êtres, jusqu'à la première ou plus intime lueur de l'esprit, une riche Pluralité à côté de l'Unité, sans permettre à la raison, même perfectionnée ou *surhumanisée*, de discerner ce qui est le plus profond, le plus primitif, de la distinction ou de l'union, du multiple ou de l'un,

VII. Seuls, dans les régions inférieures nous entourant, ou plus proches du centre que la Lune, et livrées comme nous-mêmes (en contraste avec les régions célestes) au changement, aux orages, à la corruption, les mouvements des corps *sublunaires* plus ou moins *lourds* ou *légers*, arrachés accidentellement par la violence à leurs *niveaux respectifs de repos*, leur paraissaient faire exception à ces lois simples. Car la tendance de ces corps à reprendre leurs niveaux de repos, momentanément perdus, ne trouvait qu'imparfaitement à se satisfaire, empêchés qu'ils étaient par des causes diverses de suivre le sens vertical (descendant ou ascendant) d'action de leur *pesanteur* ou de leur *légèreté*. Mais c'étaient des mouvements transitoires, se terminant avec la réalisation même des tendances naturelles toujours en éveil qui finissaient, à raison de leur constance, par l'emporter sur leurs multiples antagonistes, d'intensités et surtout de sens variables, vu leur diversité ou leur inconstance ([1]).

Ces mouvements *violents* étaient, dès lors, bien moins importants que les mouvements réguliers ou *naturels;* et ils devaient d'ailleurs paraître, à cause de leur complication, impropres à servir de type pour l'édification de la Mécanique élémentaire. Il semblait parfaitement raisonnable, en tout cas, de remettre leur description approfondie à une époque où la Science serait plus avancée.

VIII. Et c'était d'autant plus permis que le monde au milieu duquel nous nous trouvons, compatible avec l'existence prolongée d'espèces vivantes, c'est-à-dire d'une lente succession ininterrompue d'organismes aussi délicats que le sont les nôtres, a dû nécessairement atteindre depuis longtemps, du moins à très peu près, un état *permanent* où la configuration de chaque grand corps est une *forme d'équilibre stable*. Or une telle forme met en jeu les lois du mouvement, quelles qu'elles soient, dans des conditions de simplicité atténuant au plus haut point, si elles ne les annihilent pas, leurs différences d'avec les lois supposées par Aristote.

A quoi il faut ajouter la forme presque circulaire des orbites des planètes et des satellites, qui rend leurs vitesses de circulation à peu près constantes, reliées qu'elles sont alors directement par la loi newtonienne d'attraction

---

([1]) Mon attention a été appelée sur cette philosophie scientifique d'Aristote par le premier Volume du bel et immense Ouvrage de M. Pierre Duhem, qui a pour titre « *Le système du Monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* », dont un second Volume a paru depuis, vraisemblablement destiné à être bientôt suivi de plusieurs autres : véritable monument élevé à l'Histoire des Sciences.

au rayon de ces orbites. Or il y a là de nouvelles et capitales simplifications, probablement exigées encore, là où il a pu exister des témoins du spectacle de ces mondes, par la délicatesse des organismes vivants.

Il ne peut donc guère y avoir *autour de nous*, à de rares exceptions près, que des phénomènes ou de détail, ou médiocrement intenses, dans lesquels se produise, avec toute la complexité qu'il comporte, ce qu'on pourrait appeler le *cas général* du mouvement des systèmes matériels, échappant tout à fait aux lois d'Aristote (1).

NOMINATIONS.

M. **A. Dastre** est désigné par l'Académie pour faire une lecture dans la *Séance publique solennelle des cinq Académies*, le 25 octobre 1915.

CORRESPONDANCE.

MM. **Doncieux**, **Jauch** et **Masméjean** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

H. Andoyer. *Nouvelles Tables trigonométriques fondamentales* (*Valeurs naturelles*). Tome premier. Ouvrage publié à l'aide d'une subvention accordée par l'Université de Paris. (Fondation Commercy.)

(1) Le plus ordinairement, les innombrables et incessants écarts qu'offrent les principaux corps (solides, fluides ou amas éthérés) de notre Univers, d'avec leurs figures stables, sont assez petits pour permettre de réduire à la forme *linéaire* les équations qui les régissent, par la suppression des termes dont l'ordre de petitesse est supérieur au premier. Et alors ces écarts, suffisants pour mettre en jeu, sans les blesser, les organes de nos sens intellectuels (qui sont principalement la vue et l'ouïe), obéissent aux lois simples des *équations différentielles linéaires*, qui leur font diversifier à l'infini, mais d'une manière intelligible ou perceptible pour nous, l'aspect des choses, quoique l'ordre général n'en soit pas compromis ou troublé. Et de là résulte même la beauté de notre Univers et de la vie qui s'y manifeste, pour le peintre, le musicien, le poète, l'orateur, etc.

On peut voir, sur ce sujet, les XXXVIIIe, XXXIXe et XLVIe leçons de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. II, 1er fascicule, p. 200 à 207, 223 à 227, etc., et 2e fascicule, p. 449*, etc.). Voir aussi les pages 557 à 562 du Tome II de mon *Cours de Physique mathématique de la Sorbonne*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la représentation d'un nombre entier par une somme de carrés.* Note [1] de M. **B. Boulyguine**, transmise par M. G. Humbert.

Soit

$$\varphi_k(x, y) = x^{4k} - \binom{4k}{2} x^{4k-2} y^2 + \binom{4k}{4} x^{4k-4} y^4 - \ldots + (-1)^k \frac{1}{2} \binom{4k}{2k} x^{2k} y^{2k}$$

et

$$\sum_r^k (n) = \sum_{x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_r^2 = n} \varphi_k(x_1, x_2) \qquad \binom{k = 1, 2, 3, \ldots}{r = 2, 3, 4, \ldots},$$

où la sommation est étendue à toutes les solutions de l'équation

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_r^2 = n,$$

en nombres entiers positifs, nuls ou négatifs [2], le nombre total de ces solutions étant désigné par

$$N_r(n).$$

On a la relation

$$\sum_r^k (n) + 2\sum_r^k (n-1) + 2\sum_r^k (n-4) + 2\sum_r^k (n-9) + \ldots = \sum_{r+1}^k (n)$$
$$(r, k = 1, 2, 3, \ldots),$$

qui détermine aussi les valeurs de $\sum_1^k (n)$.

Ces quantités introduites, on a la formule générale suivante

$$A_r N_r(n) = F_r(n) + A_{r,1} \sum_{r-8}^1 (n) + A_{r,2} \sum_{r-16}^2 (n) + A_{r,3} \sum_{r-24}^3 (n) + \ldots$$
$$(r = 2, 3, 4, \ldots);$$

A_r, $A_{r,1}$, ... sont des nombres entiers indépendants de n et $F_r(n)$ une fonction numérique, définie au moyen des formules suivantes :

---

(1) Séance du 5 juillet 1915.

(2) Deux solutions $(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_r)$ et $(x'_1, x'_2, x'_3, \ldots, x'_r)$ sont regardées comme distinctes, si au moins deux éléments, x_i et x'_i, ne sont pas égaux entre eux.

I. r pair; $n=2^{\alpha}m$, m impair, $\alpha \geqq 0$.

$$\mathrm{F}_r(n)=4\left[2^{2k(\alpha+1)}+(-1)^{k+\frac{m-1}{2}}\right]\sum_{\delta d=m}(-1)^{\frac{\delta-1}{2}}d^{2k}, \qquad \text{si } r=4k+2$$

et

$$\mathrm{F}_r(n)=2^{2k+3}\left\{2^{(2k+1)\alpha}-(-1)^k\left[\frac{2^{(2k+1)\alpha}-1}{2^{2k+1}-1}-1-(-1)^n\right]\right\}\sum_{\delta d=m}d^{2k+1},$$

si

$$r=4k+4 \quad (^1).$$

De ces formules on tire aisément la relation

$$\mathrm{F}_r(np^{2\alpha})=\left\{\mathrm{A}+\left(\frac{(-1)^{\frac{r}{2}}n^2}{p}\right)\mathrm{B}\right\}\mathrm{F}_r(n),$$

$$\mathrm{A}=p^{(r-2)\alpha}+p^{(r-2)(\alpha-1)}+\ldots+p^{r-2}+1,$$

$$\mathrm{B}=p^{(r-2)\left(\alpha-\frac{1}{2}\right)}+p^{(r-2)\left(\alpha-\frac{3}{2}\right)}+\ldots+p^{(r-2)\frac{1}{2}},$$

sous la condition : p premier impair, $n\not\equiv 0 \pmod{p^2}$.

II. r impair; on a, avec les notations ci-dessus,

$$\mathrm{F}_r(np^{2\alpha})=\left\{\mathrm{A}-\left(\frac{(-1)^{\frac{r-1}{2}}n}{p}\right)\mathrm{B}\,p^{-\frac{1}{2}}\right\}\mathrm{F}_r(n).$$

Enfin, n supposé sans facteur carré,

$$\mathrm{F}_r(2^{2\alpha}n)=f_r(\alpha)\,2^r\,\Gamma\left(\frac{r-1}{2}\right)\frac{n^{\frac{r}{2}-1}}{\pi^{\frac{r-1}{2}}}\sum_{s=1,3,5,\ldots}^{\infty}\left(\frac{(-1)^{\frac{r-1}{2}}n}{s}\right)\frac{1}{s^{\frac{r-1}{2}}},$$

où

$$f_r(\alpha)=\frac{\left[2^{r-2}-1+\left(\frac{2}{r}\right)2^{\frac{r-3}{2}}\right]2^{(r-2)(\alpha+1)}-\left(\frac{2}{r}\right)\left[2^{\frac{3r-5}{2}}-2^{\frac{r-3}{2}}\right]}{2^{r-2}-1},$$

si

$$(-1)^{\frac{r+1}{2}}n\equiv 1,\ 2 \pmod 4$$

et

$$f_r(\alpha)=\frac{\left[2^{r-2}-1+\left(\frac{2}{r}\right)2^{\frac{r-3}{2}}\right]2^{(r-2)(\alpha+1)}+\left(\frac{2}{nr}\right)\left[2^{r-2}-1-\left(\frac{2}{n}\right)2^{\frac{r-3}{2}}\right]}{2^{r-2}-1},$$

---

(1) Voir ma Note : *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 328; *Bull. Acad. imp. des Sciences*, Saint-Pétersbourg, 1914, n° 6.

si

$$(-1)^{\frac{r+1}{2}} n \equiv 3 \pmod 4.$$

Quant aux nombres A_r, $A_{r,1}$, ..., on a, en particulier,

$$1 + \text{séc}\, x + \text{tang}\, x = \sum_{n=0}^{\infty} A_{2n+2} \frac{x^n}{n!}; \qquad A_{2i+1} = A_{4i};$$

$$A_{9,1} = 256, \qquad A_{10,1} = 16, \qquad A_{11,1} = 45\,056, \qquad A_{12,1} = 128.$$

GÉOLOGIE. — *Mode de formation de deux centres volcaniques japonais, l'Aso-San et l'Asama-Yama, comparés à des centres volcaniques d'âges géologiques anciens.* Note [1] de M. **J. Deprat.**

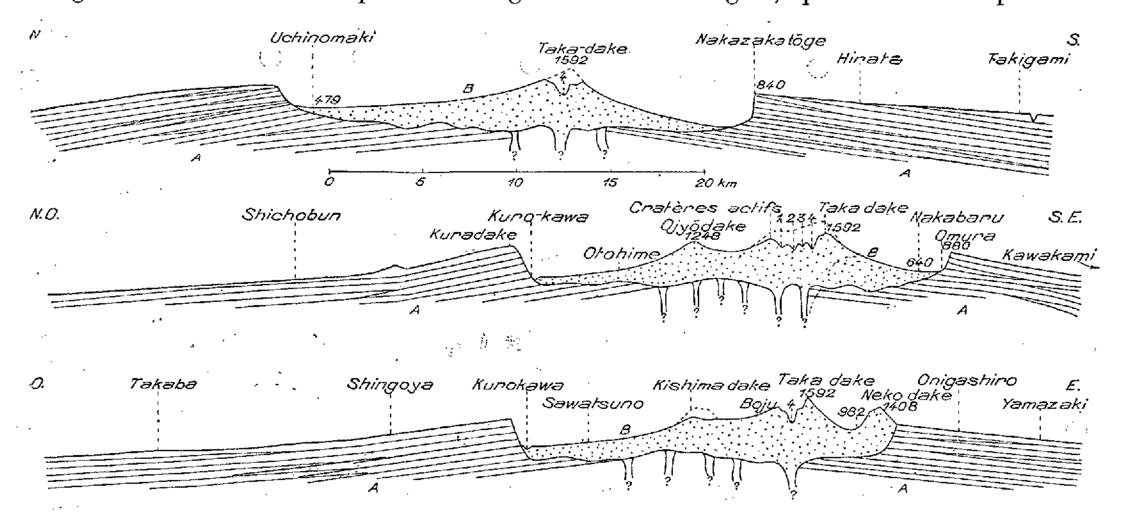
J'ai eu l'occasion de visiter au Japon les deux volcans les plus puissants de ce pays si riche en volcans actifs. Tous deux sont des volcans andésitiques. Leur visite a été pour moi d'un très haut intérêt, car elle a éclairé d'une façon définitive les conceptions que j'avais pu me faire des volcans tertiaires sardes, par moi étudiés de façon particulière.

I. *Aso-San*. — Cet énorme centre volcanique s'élève dans l'île de Kiū-shū, près de Kumamoto. Il est constitué par deux parties bien distinctes (*fig.* 1) : 1° un vaste cône surbaissé de 50^{km} de diamètre en moyenne, aux pentes longues, peu inclinées, formées d'une épaisse accumulation de cinérites, ponces, coulées trachytiques, trachytandésitiques, dacitiques, très courtes (A); ces pentes s'élèvent en convergeant vers un gigantesque cratère central, aux bords escarpés de 600^m à 700^m et selon toutes probabilités le plus grand cratère de volcan actif du monde entier, car il atteint en moyenne 20^{km} de diamètre; 2° dans ce monstrueux cratère (*fig.* 1) qui rappelle par sa forme un grand cirque lunaire, s'élève une masse (B) formée d'une série de cônes coalescents, les uns actifs, les autres éteints, l'activité éruptive se déplaçant dans l'intérieur de l'énorme enceinte. Lors de ma visite, en septembre 1913, quatre énormes bouches contiguës alignées sous le Taka-dake (1592^m), sommet principal, formant un alignement de 1200^m de largeur et profondes de 200^m environ, étaient en activité; dans toute cette masse intérieure, on n'observe encore que des produits

(1) Séance du 5 juillet 1915.

cinéritiques, des tufs, des brèches et de rares et courtes coulées; mais ici, les produits sont des andésites augitiques plus basiques que le volcan extérieur. Ainsi, dans ce volcan actif, nous observons une série de produits de moins en moins acides. Le volcan extérieur est déjà assez ancien, puisque le torrent Kuro-Kawa a pu se creuser dans la crête du cratère une cluse d'écoulement assez profonde.

Je considère comme ayant eu une structure exactement semblable le grand centre volcanique de l'Anglona en Sardaigne, qui donna des pro-



duits rhyolitiques et trachytandésitiques, mais peu de coulées, beaucoup de cendres, de brèches, ainsi que celui du Logudoro (région de Monteleone). Il y a eu là d'énormes centres volcaniques complètement identiques à l'Aso-San, qui donnèrent plus tard aussi dans leur région centrale des produits plus basiques (coulée de Minerva, Monte Rughe, Figulada, etc.). Qu'on se figure l'Aso-San coupé par des failles, les compartiments glissant l'un par rapport à l'autre, et l'on aura exactement la structure des pianures du nord-ouest de la Sardaigne. Dans les volcans sardes similaires, d'époque oligocène, le Miocène transgressif vient encore démanteler et abîmer les vieux volcans.

II. *Asama-Yama.* — L'Asama-Yama, volcan également andésitique, offre un autre type de structure. C'est un dôme typique, qui n'a jamais donné qu'une coulée très courte, due à une rupture du dôme sur un de ses flancs. L'Asama, haut de 2480^{m}, s'est constitué par la croissance de plus en plus considérable d'un dôme d'andésite, explosant violemment par

intervalles à sa partie terminale; le cratère que j'ai visité après son paroxysme de l'été 1913 est rempli de lave solidifiée formant bouchon, traversée de fissures où la lave est portée au rouge et donnant naissance sans cesse à des explosions projetant des blocs. En montant le long du cône, on rencontre des entonnoirs énormes de plus en plus fréquents à mesure qu'on approche du sommet et provoqués par l'explosion violente des blocs qui éclatent comme des obus, en sorte que l'ascension de l'Asama est toujours dangereuse et que les accidents y sont réguliers chaque année. Les éruptions se font, comme je l'ai dit, par explosions terminales tellement violentes qu'elles ont brisé des vitres à Yokohama à plus de 120^{km}. Après chaque explosion le dôme se met de nouveau à croître; les produits émis sont en somme uniquement d'ordre explosif, et le volcan est formé d'une accumulation incohérente de brèches, blocs soudés, lapillis, cendres, et lave exceptionnellement. La forme générale du volcan montre parfaitement comment le dôme s'est, après chaque phase de grandes explosions, rétréci de plus en plus en augmentant d'altitude; on peut penser que la difficulté de plus en plus grande apportée à l'émission des produits volatils amènera une catastrophe finale, sans doute une explosion analogue aux grandes explosions de la Sonde. En somme, l'Asama semble rappeler beaucoup le mode de fonctionnement de la montagne Pelée.

L'Asama-Yama m'a amené à le comparer absolument au dôme trachytique du Monte Ferru en Sardaigne, qui a dû fonctionner d'une façon complètement identique. C'est la même masse de brèches, tufs, cinérites, incohérents et formant une agglomération de produits laviques en blocs ressoudés, de tufs ponceux, de lapillis, etc. J'ai compris l'origine des tufs de Ghiso, de Bosa, etc., en visitant l'Asama.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les phénomènes géologiques observés pendant les deux derniers sismes de Leucade et d'Ithaque.* Note ([1]) de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

Le tremblement de terre du 27 novembre 1914 a eu pour effet la formation, sur un grand nombre d'endroits de Leucade, de légères crevasses, longues jusqu'à 100^m et larges de $0^m,05$ à $0^m,10$; mais la plus grande intensité de ces phénomènes s'est manifestée dans la région NW de l'île,

([1]) Séance du 5 juillet 1915.

où l'on a observé de nombreuses crevasses, larges jusqu'à $0^m,30$ sur une longueur de 3^{km} de la route, qui va de la ville de Leucade à Saint-Nikitas, tracée sur le flanc occidental de la montagne *Pefkoulsa*, formée de calcaires, à une altitude de 150^m au-dessus de la mer; cette route est devenue impraticable. Des blocs de pierre de 2^{m^3}-3^{m^3} furent détachés des rochers et endommagèrent les routes qui unissent les villages Poros, Karya, Engolovi, Hortata et Komilio, ainsi que leurs maisons. En outre un effondrement, très sensible, a eu lieu sur la partie orientale de l'île, au village Nydri; l'embouchure du torrent Dimossari s'est affaissée et à tel point que les plantes dont elle était couverte ne sont plus visibles; la profondeur de cette côte, qui ne dépassait pas 3^m, est arrivée maintenant jusqu'à 10^m. De même l'un des quais de Nydri s'est disloqué et affaissé jusqu'à une profondeur de $2^m,50$.

De nombreuses et légères crevasses, longues de 3^m à 5^m, et quelques petits affaissements, furent observés aussi sur plusieurs endroits de l'île d'Ithaque après le grand sisme du 27 janvier 1915; les lèvres de ces crevasses présentent des différences sensibles de niveau allant jusqu'à $0^m,60$.

L'île de Leucade, dès l'antiquité, a subi plusieurs effondrements : il y en a un qui résulte nettement d'un ancien écrivain, d'autres dont le souvenir très précis s'est transmis de génération en génération et d'autres enfin très récents. Ainsi, d'après Denys d'Halicarnasse (*Ant. Rom.*, I, 50), il y avait pendant le premier siècle de notre ère, entre la ville de Leucade et Doryktos (canal qui sépare l'île de Leucade de la terre ferme), un îlot sur lequel se trouvait un temple de Vénus; cet îlot n'existe plus, ayant complètement disparu avec son temple à une époque inconnue. Suivant une tradition locale, une partie habitée du village Vlychos fut effondrée, il y a environ deux siècles et demi; de même lors du sisme de 1866, aux environs de l'îlot de Madouri, une partie de la côte inhabitée, couverte de plantes, fut affaissée. Les habitants de Leucade assurent qu'on peut voir encore, au fond de la mer, toutes les fois qu'elle est calme, les ruines des maisons et les arbres de ces deux endroits affaissés.

Ces dislocations, effets consécutifs des actions de morcellement ionien, accusent la continuation des grands phénomènes géologiques qui ont séparé l'île de Leucade de la Grèce continentale; et, en général, elles nous montrent qu'on doit s'attendre, encore à notre époque, sur ces côtes instables occidentales de la Grèce, à des transformations topographiques, résultats de ces efforts encore en action de dislocation, manifestés par des sismes dont la fréquence, la force et les isosistes, allongées et couchées parallèlement au littoral, confirmeraient cette conclusion.

De même que lors d'autres grands tremblements de terre de cette région, on prétend avoir observé, pendant le sisme du 27 novembre 1914, sur les montagnes de Leucade, de la fumée et, loin sur la mer, un peu avant le bruit souterrain et la grande secousse, des flammes; dans la même région, en 1864, le capitaine Cathnes, commandant du *Victoria*, aurait vu aussi sortir de la mer des flammes et senti, sur une grande étendue, l'odeur de soufre. De même, en Ithaque, pendant la grande secousse de la nuit du 27 janvier 1915, on aurait observé une lumière assez forte, qui aurait éclairé pendant quelques instants le pays, après quoi l'obscurité nocturne a paru plus intense.

D'après ces renseignements, la ligne de moindre résistance de cette région serait accompagnée par des manifestations volcaniques. Mais les observations de cette nature ont été révoquées en doute par MM. Philippson et Rudolf; d'un autre côté, suivant M. de Montessus de Ballore aussi, la mobilité de cette zone de fraction se passe aisément d'un tel argument, d'autant plus que toute la région hellénique, du côté de la mer Ionienne, est absolument dénuée de toute roche éruptive, même tertiaire. Cependant, la répétition persistante de la même observation par plusieurs observateurs devait être signalée ici.

L'observation de fumée lointaine sur les montagnes de Leucade, pendant son dernier grand sisme, pourrait être expliquée par le dégagement de vapeurs et les poussières provenant de la chute de terres détachées.

HYGIÈNE. — *Contribution à l'étude des phénomènes de la putréfaction.* Note (¹) de MM. **F. Bordas** et **S. Bruère**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que, dans les campagnes, on a coutume d'enfouir dans le fumier les petits animaux de la ferme qui viennent à mourir.

Condamnable lorsqu'il s'agit de bêtes mortes de maladies contagieuses, telles que le charbon par exemple, cette pratique présente au contraire de grands avantages dans tous les autres cas.

L'humidité du milieu et la température élevée, qu'y entretient une fermentation putride intense, sont en effet des facteurs de choix pour déterminer une décomposition rapide des sujets dont la putréfaction a déjà commencé dans le tube digestif.

(¹) Séance du 22 juin 1915.

Quelle rapidité peut atteindre cette décomposition? C'est ce que nous avons cherché à déterminer en collaboration avec notre collègue et ami, M. Valle, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.

Le cadavre d'un chien de forte taille, pesant environ 60^{kg}, fut enfoui dans un tas de fumier de cheval. En moins de 8 jours, il était entièrement réduit et nous n'en retrouvions que le squelette, complètement mis à nu. Il n'était pas douteux que les conditions physiques du milieu, chaleur et humidité, avaient puissamment aidé les microorganismes de la putréfaction dans leur travail de désagrégation de la matière organique.

Afin d'examiner le rôle et de mesurer l'importance de chacun des facteurs mis en jeu, nous avons institué une série d'expériences de laboratoire dont nous pourrons faire varier à volonté les conditions : température, milieu, nature des germes, etc.

Dans une précédente Note, nous avons établi le rôle des microbes extérieurs à l'animal, puisque nous avions opéré avec des fœtus morts dans la poche fœtale et immédiatement après leur extraction plongés dans des liquides appropriés. Il était intéressant de voir si ces microorganismes montreraient la même activité dans des conditions expérimentales se rapprochant de la réalité, soit de celles de l'enfouissement d'un cadavre dans un fumier.

Nous avons procédé de la manière suivante :

Une conserve, de 9^{l} de capacité environ, a été placée au centre d'une cuve en verre rectangulaire de 45^{l}, sur un lit de paille et entourée d'un épais matelas de paille tassée, puis, dans cette conserve, nous avons disposé, successivement, de bas en haut :

Une couche d'un mélange de tourbe délitée humide et de paille coupée;

2 fœtus;

Une couche tourbe et paille;

1 fœtus;

Une couche tourbe et paille, et recouvert enfin le tout d'une épaisse couche de tourbe humide et d'une glace.

Chacun des fœtus pesait 310^{g}; soit ensemble 930^{g}, et fœtus et couches successives, au fur et à mesure de la construction de ce fumier artificiel, étaient, les uns et les autres, abondamment arrosés avec 2^{l} d'une liqueur composée de

	cm^3
Urine	450
Eau	1540
Purin	10

L'expérience a duré 19 jours, au cours desquels la température du laboratoire s'est progressivement élevée de 13°,5 à 16°.

Le matelas de paille entourant la conserve avait pour but de garantir, autant que possible, notre fumier artificiel d'un refroidissement inévitable, étant donnée sa petite

masse. Chaque matin nous avons relevé sa température au moyen d'un thermomètre dont le réservoir était descendu jusqu'à plonger au centre du lit tourbe-paille disposé entre les deux étages de fœtus.

Au bout de 24 heures la température du fumier avait atteint 16°, accusant une différence de 2°,5 avec celle du laboratoire 13°,5.

Progressivement elle s'est élevée jusqu'à atteindre 22°, le dixième jour, donnant un écart de 6° avec la température extérieure 16°; puis redescendue le onzième, à 20°, elle s'y est maintenue pendant 3 jours, fournissant un écart de 5° à 6° avec l'extérieur.

Le quinzième jour enfin elle tombait à 17°, ne donnant plus qu'un écart de 2° avec la température du laboratoire, et s'y maintenait les jours suivants.

A partir du dixième jour, maximum de la température, la conserve dégagea une odeur de fumier faible, mais nettement caractérisée et, le dix-neuvième, à la vidange, son contenu présentait l'aspect d'un compost maraîcher dans lequel nous n'avons retrouvé d'autres vestiges des trois fœtus que quelques fragments d'os de crâne.

Cette expérience montre que 456 heures de séjour, dans du fumier frais, ont suffi à liquéfier 620g de matière organique, par la seule action des germes extérieurs à l'animal enfoui.

Ces 456 heures sont sans doute un maximum, car, selon toutes probabilités, la désagrégation des fœtus devait être déjà parfaite au bout de 336 à 360 heures, au moment de la brusque chute de température qui s'est produite entre le quatorzième et le quinzième jour, soit exactement dans le même temps qu'elle avait exigé dans les milieux liquides utilisés dans les essais rapportés dans notre précédente Note.

PHARMACODYNAMIE. — *Comparaison des diverses adrénalines et de leurs homologues, d'après leur action sur la pression artérielle chez le chien atropinisé.* Note (¹) de M. **Marc Tiffeneau**, présentée par M. Charles Richet.

Les recherches de Cushny (²) ont nettement démontré la possibilité d'une étude comparative des diverses adrénalines par le seul examen des effets produits par ces substances sur la pression artérielle.

Par l'emploi de solutions de titres progressivement croissants ou décroissants, Cushny a pu constater, en effet, la proportionnalité des variations successives de la pression. De plus, au lieu de s'attacher, comme l'avait fait Biberfeld (³), à rechercher

---

(¹) Séance du 28 juin 1915.

(²) Cushny, *Journal of Physiology*, t. 37, p. 130.

(³) Biberfeld, *Med. Klinik*, 1906, n° 45.

les plus faibles doses capables de produire une variation appréciable (doses liminaires), cet auteur a cherché, par superposition des tracés, à déterminer les doses capables de produire sensiblement les mêmes effets. C'est ainsi qu'il a pu conclure que l'adrénaline racémique est deux fois plus faible que l'adrénaline naturelle, alors que Biberfeld concluait à leur identité.

Dans les recherches de Cushny, le matériel expérimental est constitué par le chien préparé comme suit : anesthésie à la paraldéhyde morphine, section des vagues et respiration artificielle. Les tracés obtenus dans ces conditions sont suffisants, mais ils ne sont pas toujours rigoureusement comparables. Aussi Barger et Dale ont-ils été amenés à rechercher un matériel moins sensible vis-à-vis de certaines réactions secondaires perturbatrices; c'est ainsi que, dans tous leurs travaux sur les bases à action adrénalinique (mimétosympathique) ils ont employé (¹) le chat décapité préparé d'après Sherrington (²). Si précieuse que soit cette méthode, elle n'en est pas moins délicate et sa réussite, même pour des mains exercées, n'est pas toujours sûre; de plus, le taux de la pression sanguine y est toujours abaissé d'une façon irrégulière et anormale.

Au cours de mes recherches sur les bases de la série adrénalinique, j'ai été amené à employer un matériel expérimental beaucoup plus simple; j'ai pu constater, en effet, qu'il suffit d'atropiniser le chien chloralosé pour obtenir, avec les diverses adrénalines, des tracés qui présentent tous sensiblement la même allure et dont la comparaison par superposition est des plus probantes.

En ce qui concerne la valeur de cette méthode et son degré de sensibilité j'ai établi les divers points suivants :

1° Constance des effets produits par la même dose d'une adrénaline, aux diverses périodes d'une même expérience comportant jusqu'à 10 injections de doses diverses de cette adrénaline ou d'adrénalines différentes;

2° Proportionnalité des effets réalisés avec des doses tantôt croissantes, tantôt décroissantes;

3° Constance relative de la proportionnalité de ces effets.

Il est bien entendu qu'on ne peut comparer par superposition que les effets obtenus sur un même animal au cours d'une seule expérience; encore faut-il noter que, après un certain laps de temps, l'animal peut réagir moins régulièrement; il suffit d'ailleurs, pour s'en rendre compte, d'injecter de temps en temps une dose étalon; on arrête l'expérience dès que cette dose tend à produire un résultat différent de celui qu'elle fournissait initialement. En définitive, dans des conditions expérimentales convenables, une injection intraveineuse d'adrénaline n'est sensiblement pas influencée par les injections antérieures du même produit ou de produits analogues.

Sans doute, on a montré (³) que l'adrénaline droite peut rendre certains animaux

---

(¹) BARGER et DALE, *Journal of Physiology*, t. 41, p. 19.

(²) SHERRINGTON, *Journal of Physiology*, t. 38, p. 375.

(³) FRÖHLICH, *Zentralblatt für Physiologie*, t. 25, p. 1.

réfractaires à de très fortes doses d'adrénaline naturelle; mais il s'agit là d'un phénomène qui s'observe surtout chez le chat et seulement avec des doses de 13^{mg} à 40^{mg} d'adrénaline droite, alors que, dans mes essais comparatifs effectués sur le chien, je n'ai jamais eu à injecter que des quantités de cette base inférieures à 1^{mg}.

Adrénaline naturelle (lévogyre) et adrénalines synthétiques (lévogyre, dextrogyre et racémique) :

Cushny en 1908 a le premier établi (*loc. cit.*), que l'adrénaline naturelle est deux fois plus faible que l'adrénaline racémique et ses résultats furent bientôt confirmés par Abderhalden et Müller (¹). De ces diverses recherches il résultait que c'est à son composant gauche que l'adrénaline racémique doit la presque totalité de son action; et, si l'isomère droit intervient dans les effets du racémique, ce ne peut être que pour une part tout à fait minime. Le dédoublement du racémique réalisé par Scholtz permit à Abderhalden (*loc. cit.*) d'entreprendre l'étude de l'adrénaline droite et de conclure que cette base est 15 fois moins active que l'isomère gauche (naturel ou synthétique). Toutefois l'examen du Mémoire et des tracés publiés par cet auteur ne fournit absolument aucune indication sur les calculs qui ont permis d'établir ce rapport.

A mon tour, j'ai repris l'étude comparative des deux adrénalines lévogyre (L) et dextrogyre (D); voici le résumé de deux expériences distinctes (²) :

I. 28 juillet 1914. Chien 13^{kg} chloralosé et atropinisé. 8 injections : 1° $\frac{1}{4}$ mg D; 2° $\frac{1}{40}$ mg L; 3° $\frac{1}{60}$ mg L; 4° $\frac{1}{2}$ mg D; 5° $\frac{1}{40}$ mg L; 6° $\frac{1}{30}$ mg L; 7° $\frac{1}{2}$ mg D; 8° $\frac{1}{30}$ mg L. La superposition des tracés donne d'une part : $1° < 3° < 2° = 5° < 4° = 6°$, d'autre part : $6° > 7° = 8°$.

Il en résulte que l'adrénaline lévogyre est plus forte que (ou même sensiblement égale à) 15 fois son poids de dextrogyre.

II. 29 juillet 1914. Chien 14^{kg} chloralosé et atropinisé. 7 injections : 1° $0^{mg},025$ L; 2° $0^{mg},020$ L; 3° $0^{mg},4$ D; 4° $0^{mg},025$ L; 5° $0^{mg},5$ D; 6° $0^{mg},030$ L; 7° $0^{mg},025$ L. La superposition des tracés donne $2° < 1° = 3° < 4° < 5° = 6°$; quant au tracé 7°, il est inférieur à 4°; aussi les tracés antérieurs entrent-ils seuls en ligne de compte. Il en résultent que l'adrénaline lévogyre est égale à 16 fois son poids de dextrogyre et qu'elle est plus faible que 20 fois son poids du même isomère.

Ainsi, dans ses effets sur la pression artérielle chez le chien atropinisé, l'adrénaline lévogyre, naturelle ou synthétique (³), se montre 15 ou 20 fois plus active que son isomère dextrogyre. Prochainement j'exposerai les

---

(¹) ABDERHALDEN et MÜLLER, *Hoppe Seyler phys. Chemie*, t. 58, p. 185.

(²) Les tracés seront publiés dans un autre Recueil.

(³) J'ai eu maintes fois l'occasion de contrôler l'identité qualitative et quantitative des effets produits par les adrénalines lévogyres, naturelle ou synthétique. D'autre part, grâce à des étalons sûrs, j'ai pu appliquer cette méthode au dosage de l'adrénaline dans les surrénales fraîches ainsi que dans les poudres de surrénale du commerce.

résultats que m'a donnés l'étude d'une adrénaline de constitution voisine; pour celle-ci, c'est encore l'isomère gauche qui l'emporte; toutefois on observe, dans ce cas, un écart beaucoup plus considérable dans l'activité des deux inverses optiques, le dérivé lévogyre étant au moins 30 fois plus actif que son isomère droit.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques observations sur l'amylase du malt.* Note (¹) de M. **P. Petit**, présentée par M. A. Haller.

Les solutions d'amylase obtenues avec l'eau pure ou alcoolisée ne se conservent que peu de temps et contiennent une très forte proportion de matières étrangères. On peut obtenir une solution de diastase conservant plusieurs semaines son activité constante de la manière suivante. Le malt réduit en poudre fine est infusé 24 heures avec de l'acétone étendue d'eau de façon à avoir 30 à 35 pour 100 d'acétone en volume; on filtre et l'on conserve à l'obscurité. Le pouvoir diastasique du malt estimé à la façon habituelle avec cette solution fraîche est le même qu'avec une infusion aqueuse : soit, dans notre cas, 30; après 48 heures, ce pouvoir est tombé à 18, mais il se maintient ensuite invariable pendant 20 jours.

L'action de la lumière est nocive et se traduit par un accroissement d'acidité :

Une infusion acétonée du même malt étant exposée à la lumière du jour voit son pouvoir diastasique diminuer d'abord plus lentement qu'à l'obscurité, car de 30 il ne tombe à 18 qu'après une semaine; mais, après une nouvelle semaine, il n'est plus que de 5 et continue à décroître très vite. On constate que la solution s'est fortement colorée, qu'elle devient trouble; en employant la méthode de Sœrensen, avec le rouge méthyle comme indicateur, on constate, 18 jours après la préparation :

	Solution à l'obscurité.	Solution à la lumière.
Pouvoir diastasique	18	11
	5,1	5,5

L'acidité a donc nettement augmenté en même temps que baissait le pouvoir diastasique. La destruction de diastase est fortement accélérée quand on ajoute un peu d'éosine à la solution acétonée laissée à la lumière et le pouvoir diastasique tombe alors à 7 après 48 heures pour s'annuler après 5 jours.

L'infusion de malt dans l'acétone diluée à 30-35 pour 100 en volume

(¹) Séance du 5 juillet 1915.

permet d'obtenir aussi de la diastase sèche et donnant des solutions actives et très pures.

Pour cela on précipite ladite infusion filtrée par un excès d'éther (1 partie) et d'acétone (2 parties); on laisse dans un cristallisoir sous cloche et, au bout de 24 heures, on décante aussi complètement que possible le liquide clair; il reste dans le cristallisoir une mince couche de matière qu'on sèche dans le vide et qui se détache en écailles jaune brun. Cette substance, introduite telle quelle dans un empois d'amidon, le liquéfie et le saccharifie. Si l'on infuse ladite matière dans l'eau, la presque totalité des écailles, constituée par une gliadine, reste, mais le liquide aqueux, qui ne laisse à l'évaporation qu'un résidu insignifiant, a une action liquéfiante et saccharifiante très énergique.

Cette solution aqueuse est nettement alcaline au rouge méthyle et son activité est augmentée par une trace de phosphate primaire alcalin, par un peu de chlorure de sodium ou même par un courant d'acide carbonique, toutes substances qui diminuent l'alcalinité. Cependant ladite solution liquéfie et saccharifie entièrement un empois additionné de phosphate secondaire de sodium jusqu'à coloration nettement rose à la phénolphtaléine, seulement la réaction est plus lente.

La matière précipitée par le mélange acétone-éther, puis infusée immédiatement et rapidement dans l'eau, ne donne pas de suite la réaction avec la teinture de gaïac, bien qu'elle agisse normalement sur l'empois; la teinte bleue ne se produit que lentement, même en ajoutant de l'eau oxygénée neutralisée; ces colorations se manifestent aussitôt quand la solution aqueuse est aérée ou quand l'infusion a été prolongée, ou même quand la matière précipitée a été conservée quelque temps, même en tube fermé, avant de l'infuser. Il semble donc que, si la coloration au gaïac doit être attribuée à un peroxyde, celui-ci se forme par simple contact de l'air avec la matière précipitée et ne joue aucun rôle dans la liquéfaction ni dans la saccharification de l'empois.

D'ailleurs la coloration avec la teinture de gaïac n'est nullement gênée par la présence du formol; une infusion de malt dans le formol du commerce à 40 pour 100 réel fournit la réaction au gaïac, la coloration augmentée par l'eau oxygénée, mais alors la liquéfaction se fait très mal. Le même malt, infusé dans du formol à 13 pour 100 réel, donne normalement la coloration au gaïac et la liquéfaction et la saccharification. Des corps réducteurs plus puissants agissent de même; ainsi une infusion de malt dans l'eau acétonée, contenant 0,10 pour 100 d'hydrosulfite de soude, liquéfie l'empois et donne la réaction au gaïac, bien qu'affaiblie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la glucosidification de la glycérine par la glucosidase α*. Note [1] de MM. **Em. Bourquelot**, **M. Bridel** et **A. Aubry**, transmise par M. Jungfleisch.

Dans une première Note [2], après avoir fait remarquer que la glycérine, alcool trivalent, peut donner naissance, avec un même glucose, à cinq glucosides différents : deux monoglucosides, deux diglucosides et un triglucoside, nous avons résumé nos recherches sur la glucosidification de cet alcool par la glucosidase β (émulsine), c'est-à-dire par le ferment susceptible d'effectuer la synthèse et l'hydrolyse des alcoolglucosides dont le glucose est sous la forme β. Et nous avons montré que, en présence d'un excès de glycérine, les deux monoglucosides β se forment simultanément, de même que, dans l'éthérification de la glycérine par l'acide chlorhydrique, se forment les deux chlorhydrines théoriquement possibles [3].

Nous résumons aujourd'hui des recherches analogues portant, celles-là, sur la glucosidification de la glycérine par le glucosidase α, enzyme qui se trouve dans la levure de bière basse, séchée à l'air, et qui peut effectuer la synthèse et l'hydrolyse des alcoolglycosides dont le glucose est sous la la forme α. Dans ces recherches, nous avons employé un mélange liquide renfermant les mêmes proportions réciproques de glycérine, de glucose et d'eau que dans l'étude de la glucosidification par la glucosidase β. Ces proportions avaient été adoptées pour avoir un milieu aussi peu favorable que possible à la formation des polyglucosides et pour réduire l'action synthétisante de la gentiobiase qui accompagne la glucosidase β dans l'émulsine. La levure sèche, il est vrai, ne contient pas de gentiobiase, mais elle contient d'autres ferments, tels que la maltase, la révertase, susceptibles, dans des solutions de glucose, de combiner ce sucre avec lui-même, et dont il importait de réduire les actions synthétisantes à leur minimum.

Pas plus que dans la glucosidification de la glycérine par la glucosidase β, nous n'avons réussi à isoler à l'état cristallisé les produits de synthèse résultant de l'action de la glucosidase α : il nous a donc fallu chercher à déterminer indirectement leur composition.

---

(1) Séance du 7 juin 1915.

(2) *Recherches sur la glucosidification de la glycérine par la glucosidase β (émulsine)* (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 823).

(3) Hanriot, *Dérivés de la glycérine* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. 17, 1879, p. 62).

On a fait un mélange liquide présentant la composition suivante :

Glucose (¹)........	300g
Glycérine........	1600g
Macéré aqueux de levure basse, séchée à l'air, à 20g pour 100cm³ (glucosidase α)........	200cm³
Eau, quantité suffisante pour faire........	2000cm³ (328cm³)

Pour empêcher l'intervention des microorganismes, toujours à craindre dans des milieux renfermant des macérés de levure séchée, on a ajouté 4cm³ à 5cm³ de toluène.

Ce mélange, abandonné à la température du laboratoire, a été examiné de temps en temps au polarimètre. Voici les rotations observées, à partir du 20 avril 1914, pour $l=2$. Les 200cm³ de macéré de levure représentaient, amenés à un volume de 2000cm³, une rotation de $-16'$:

20 avril	1914........	$+15°32'$
10 mai	»........	$+18$
31 juillet	»........	$+21.20$
14 octobre	»........	$+24.52$
3 février	1915........	$+26.56$

La réaction paraissant arrivée à son terme, on a procédé à l'extraction des produits de synthèse formés. Distillation pour éliminer l'eau; fermentation pour détruire le glucose en excès; traitement par l'acétone renfermant $\frac{1}{10}$ de son volume d'alcool à 95° pour enlever la glycérine; dissolution du résidu dans l'alcool à 95° et précipitation par addition de 5vol d'acétone : toutes ces opérations ont été effectuées comme dans nos recherches sur la glucosidification de la glycérine par la glucosidase β. On a obtenu ainsi un extrait pâteux, très foncé, pesant 280g environ, qui renfermait encore un peu de glycérine et notablement d'impuretés.

En traitant, à trois reprises et à l'ébullition, cet extrait par de l'éther acétique renfermant $\frac{1}{10}$ d'alcool à 95°, liquide qui ne dissout pour ainsi dire pas de glucoside, on a enlevé les dernières traces de glycérine. On a alors traité le résidu à l'ébullition, par de l'éther acétique renfermant $\frac{1}{5}$ d'alcool à 95°, à sept reprises différentes, en employant chaque fois 500cm³ de dissolvant, ce qui a dissous un produit glucosidique qui, après dessiccation, pesait 28g. C'est ce produit que nous avons analysé; il renfermait cependant encore beaucoup d'impuretés provenant de la levure (²), mais les divers essais que nous avons faits pour aboutir à une purification plus complète ont échoué.

(¹) Le glucose avait été dissous à chaud dans 150cm³ de l'eau indiquée.

(²) Pour donner une idée de la quantité de matières étrangères qui peuvent être introduites par la levure séchée, nous dirons que 2g d'un échantillon de cette levure, mis à macérer pendant quelques jours dans 100cm³ d'eau toluénée, ont donné 1g,568 d'extrait sec, soit 78,4 pour 100 de la levure; que 50,2 pour 100 de cet extrait étaient solubles dans l'alcool à 95° et 19,3 pour 100 dans l'éther acétique renfermant $\frac{1}{5}$ de son volume d'alcool à 95°. Il faut ajouter, en outre, que ce dernier extrait renfermait des matières minérales et des hydrates de carbone.

Ce produit réduisait encore légèrement la liqueur cupro-potassique (traces de révertase?). On en a fait une solution aqueuse qui renfermait, pour 50^{cm^3}, $3^g,50$ de produit desséché à 100°. On a mélangé 20^{cm^3} de cette solution avec 20^{cm^3} d'une macération aqueuse de levure basse, séchée, à 2^g pour 100^{cm^3}, saturée d'éther et l'on a abandonné le mélange à la température du laboratoire. Voici les rotations observées (déduction faite de celle apportée par la macération qui était de − 14′) et les quantités de glucose trouvées pour 100^{cm^3} après :

	0 heure.	5 heures.	22 heures.
Rotations..............	+5°13′	+2°8′	+1°27′
Glucose pour 100^{cm^3}		$1^g,190$	$1^g,586$

En admettant que le produit soit à l'état de monoglucoside, on trouve par le calcul que les portions hydrolysées en 5 heures et en 22 heures avaient comme pouvoirs rotatoires respectifs + 129°,03 et + 121°,39. Dans une autre hydrolyse effectuée avec une macération plus étendue de levure, on a trouvé après 24 heures un pouvoir rotatoire de + 124°,09 et après 40 heures + 120°,1.

Le produit synthétisé par la glucosidase α est donc aussi constitué vraisemblablement par deux glucosides dont l'un aurait un pouvoir rotatoire supérieur à + 129° et l'autre un pouvoir rotatoire inférieur à + 120°.

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juin 1915.

La cure de soleil, par A. Rollier. Paris, Baillière et fils, 1915; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. E. Roux.)

L'œuvre scientifique de M. Albert Arnaud, 1853-1915, par M. L. Maquenne. Mâcon, imprimerie Protat frères, 1915; 1 fasc. in-12. (Présenté par l'auteur.)

Calcul des lignes aériennes, au point de vue mécanique, par des abaques, par André Blondel. Paris, *La Lumière électrique*, sans date; 1 fasc. in-4°. (Présenté par l'auteur.)

De la portée des projecteurs de lumière électrique, par Jean Rey. Paris, Berger-Levrault, 1915; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Blondel.)

Vanuxem Lectures. *The Theory of permutable functions*, by Vito Volterra. Princeton University Press, Princeton, 1915; 1 vol. in-8°.

Les équations fondamentales et l'amortissement des sismographes, par Édouard Mier. Madrid, Institut géographique et statistique, 1914; 1 fasc. in-8°.

Nova acta Regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis, seriei quartæ, Vol. III, fasc. II. Prostat Upsaliæ apud A.-B. Akademiska Bokhandeln, 1913-1914; 1 vol. in-8°.

Report of the Eighty-Fourth Meeting of the British Association for the Advancement of Science. Australia, 1914. London, John Murray, 1915; 1 vol. in-8°.

Académie des Sciences de Washington. *Charles-Anthony Schott*, 1826-1901, by Cleveland Abbe. City of Washington, 1915; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Existence, dans nos sciences physico-mathématiques, de Chapitres fondamentaux encore au même état rudimentaire que la Dynamique d'Aristote.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. En résumé ([1]), la plus générale des lois dynamiques posées par Aristote, consistant à regarder les vitesses d'un système de corps comme liées à sa figure, est conforme tant à l'observation qu'à notre Dynamique, lorsqu'on se borne à considérer l'allure moyenne, *idéalement uniforme,* de phénomènes *qui se sont réglés* ou qui apparaissent comme presque permanents. Or, *se borner* à un tel point de vue, c'était ce que le bon sens ne pouvait manquer de suggérer aux intelligences même les plus cultivées dans l'ordre littéraire, mais étrangères aux hautes spéculations mathématiques. Et ces intelligences avaient ainsi un accès fructueux à la plus belle et plus substantielle partie de la Mécanique, à celle que pouvaient rendre intelligible, d'une part, la géométrie de la droite, du rectangle et du cercle, du plan et de la sphère, d'autre part, la théorie du mouvement uniforme, rectiligne ou circulaire, dynamiquement réductible à des considérations de statique (même dans le second cas, par l'emploi de la notion assez simple de *force centrifuge*).

Cette première phase de la Mécanique devait se trouver à peu près l'analogue de celle où est, de nos jours, la chimie mathématique des phéno-

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 21.

mènes *de dissociation* (réversibles par le renversement de leurs conditions physiques), qui ne soumet guère à ses calculs approchés que des suites *d'états d'équilibre*, ou, plutôt, d'états extrêmement voisins d'états d'équilibre, s'amenant les uns les autres dans l'ordre où les changements éprouvent à se faire les moindres résistances.

II. Même dans la Mécanique actuelle, en dehors des principes les plus généraux, dont rien ne paraît limiter la rigueur, mais insuffisants pour résoudre la plupart des questions, nous en sommes encore réduits à supposer réalisés sans cesse, à très peu près, les *états d'équilibre les plus stables possibles*, dans les infimes mais très complexes régions des groupes moléculaires, quand il s'agit d'étudier avec quelques détails les mouvements intérieurs tant des solides que des fluides ([1]).

Et, dans la théorie analytique de la chaleur, un équilibre très approché de température est sans cesse admis dans les mêmes infimes régions des corps, sauf aux instants exceptionnels, infiniment courts et qu'on néglige, où entreraient en contact physique deux particules matérielles présentant des différences sensibles de température ([2]).

III. La forme *linéaire* des équations de la Physique mathématique est, à elle seule (vu surtout qu'on les prend presque toujours avec coefficients constants), un indice certain de la *petitesse* relative des ruptures d'équilibre moléculaire, ou des écarts d'avec l'uniformité, que nous nous bornons à y considérer, faute de pouvoir encore analyser les mouvements les plus généraux, restés d'ailleurs non moins inextricables pour les physiciens que pour les géomètres.

Même notre simple mode d'emploi de la forme linéaire, appliqué presque partout dans les phénomènes élémentaires en tant que traduction habi-

---

([1]) Voir, dans le Tome de 1910 des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, aux pages 491 à 497, quelques idées, à ce sujet, de mon Mémoire *Sur les principes de la Mécanique et sur leur applicabilité à des phénomènes qui semblent mettre en défaut certains d'entre eux*, idées essentielles sur lesquelles je suis revenu à la page 549 du Volume de ces *Annales* pour 1912, dans le *Complément* au précédent Mémoire; et voir aussi, aux pages 15 à 25 du Volume des mêmes *Annales* pour 1914, l'application des mêmes idées aux couches superficielles des liquides, c'est-à-dire aux phénomènes capillaires.

([2]) Voir, à propos de cet équilibre thermique, le Tome I (p. 93 et 173) de mon Cours de Physique mathématique, « *Sur la théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière* ».

tuelle du sentiment de la continuité, sans fixation rationnelle des limites entre lesquelles nous l'utilisons, mais en abandonnant à l'expérience à peu près seule le soin de cette fixation et la détermination *en bloc* des coefficients de proportionnalité, est quelque chose de très rudimentaire, malgré son extrême ingéniosité pour suppléer à notre ignorance d'une infinité de détails. Telle est encore la nécessité où nous sommes de recourir constamment, pour combler d'autres lacunes, à des hypothèses particulières n'appartenant pas à l'essence même des questions, comme sont, par exemple, la supposition de la conservation des volumes dans presque toute l'étude des liquides ou, parfois, dans celle des gaz et des solides; l'admission de résistances proportionnelles aux vitesses ou aux accélérations dans certaines branches de science, pour tenir lieu d'innombrables actions entre points matériels et uniquement fonctions de distances; etc.

Il n'y a donc pas lieu d'être surpris que la Philosophie naturelle d'Aristote ait pu débrouiller seulement les lois les plus essentielles des mouvements susceptibles de régime uniforme.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Catalyse de l'eau oxygénée en milieu homogène avec les acides et les alcalis*. Note [1] de M. **Georges Lemoine**.

J'ai montré par de nombreuses déterminations (*Comptes rendus*, 1er juillet 1912) qu'en présence de l'eau seule, la décomposition de l'eau oxygénée atteste le rôle de catalyseur exercé par l'eau elle-même : elle l'active d'autant plus que sa proportion est plus grande. Si à l'origine p est le poids d'eau oxygénée réelle contenu dans 1^g et si au bout du temps t le poids décomposé est y, les poids moléculaires de l'eau et de l'eau oxygénée étant 18 et 34, on a pour une température donnée

$$(1)\quad \begin{cases} dy = K(p-y)\left(1-p+\frac{18}{34}y\right)dt, \\ \dfrac{d\frac{y}{p}}{dt} = Kp\left(1-\frac{y}{p}\right)\left(\frac{1}{p}-1+\frac{18}{34}\frac{y}{p}\right). \end{cases}$$

Dans le cas d'un grand excès d'eau, et déjà avec de l'eau oxygénée à 30^{vol} ($p = 0,086$), cette formule revient sensiblement en pratique à la

(1) Séance du 12 juillet 1915.

formule simple

$$d\frac{y}{p} = \mathrm{K}'\left(1 - \frac{y}{p}\right) dt. \qquad (2)$$

C'est avec des teneurs de ce genre qu'ont été faites la plupart des déterminations actuelles, pour éviter une catalyse trop brutale.

L'*organisation des expériences* était la même qu'autrefois avec l'eau oxygénée en solution dans l'eau pure. On partait d'eau oxygénée de Merk distillée dans le vide et titrée par le permanganate de potasse. Des volumes exactement mesurés étaient placés dans des tubes de verre maintenus dans un grand bain d'eau à température constante. Le gaz était recueilli sur la glycérine : son volume était ramené par le calcul à 15° et 760^{mm}. Dans certains tubes, on ajoutait 1^{cm^3} de solutions acides ou alcalines binormales, normales, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$ normales. Les expériences étaient ainsi toujours comparatives.

Je me suis surtout attaché à apprécier la durée τ de la demi-décomposition. C'est en effet une donnée immédiate de l'expérience, et elle représente nettement le phénomène tandis que la vitesse à l'origine est difficile à dégager de considérations théoriques.

La *vitesse de réaction*, d'après l'ensemble des expériences, la plupart avec de l'eau oxygénée à 30^{vol}, et avec quelques millièmes seulement en poids de catalyseur, s'accorde sensiblement avec la formule simple (2). Rappelons qu'avec cette formule la durée τ de la demi-décomposition $\left(\frac{y}{p} = 0,5\right)$ est inversement proportionnelle à la vitesse initiale K', car elle est exprimée, tous calculs faits, avec les logarithmes vulgaires, par

$$\log\frac{1}{2} = -0,4343\,\mathrm{K}'t.$$

Action des acides sur l'eau oxygénée. — Les expériences ont été faites seulement pour les acides chlorhydrique et sulfurique, avec l'eau oxygénée à 30^{vol} : la température employée était 65° pour ne pas avoir une décomposition trop lente.

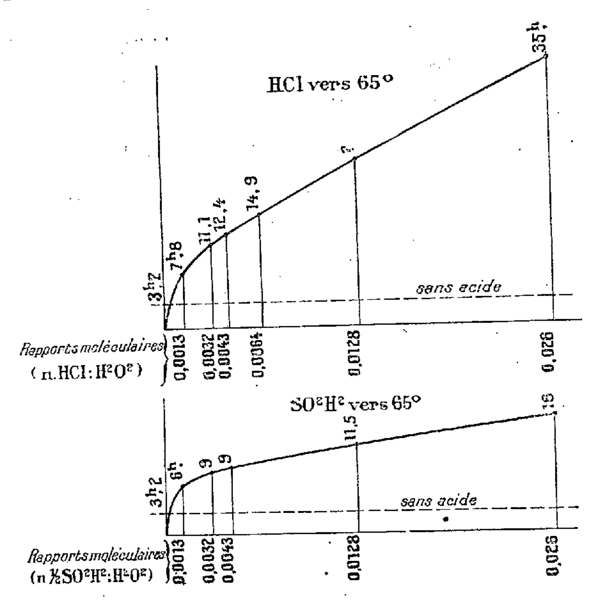
L'influence de l'acide est nettement *retardatrice*, même avec quelques dix-millièmes en poids dans le volume total de liquide.

Influence de la concentration de l'acide. — Les graphiques ci-après montrent que le retard dans la décomposition est d'autant plus prononcé que le liquide est plus acide, mais il n'y a pas proportionnalité. Ainsi à 65°,

avec HCl et H^2O^2 à 30^{vol}, on a :

Rapport pondéral.	Rapport moléculaire.	τ.	
0,00011	0,0013	$7^h,8$	au lieu de $3^h,2$, valeur normale sans catalyseur.
0,0023	0,026	35^h	

Cette influence des acides, déjà connue d'une manière générale, a des conséquences pratiques importantes. On peut augmenter considérablement la stabilité de l'eau oxygénée en lui ajoutant seulement quelques dix-millièmes (en poids) d'acide. En médecine, les effets sur l'organisme doivent varier avec cette proportion d'acide.



Essai d'interprétation rationnelle de l'action retardatrice des acides. — Il semble qu'on peut la rattacher à l'affinité des acides pour l'eau.

J'ai montré que la décomposition de l'eau oxygénée diluée est due surtout à l'influence de l'eau agissant comme catalyseur. Cette influence peut être sans doute compensée par les acides qui eux-mêmes sont avides d'eau, mais beaucoup plus énergiquement. En effet, vers 15° les quantités de chaleur dégagées avec un grand excès d'eau sont :

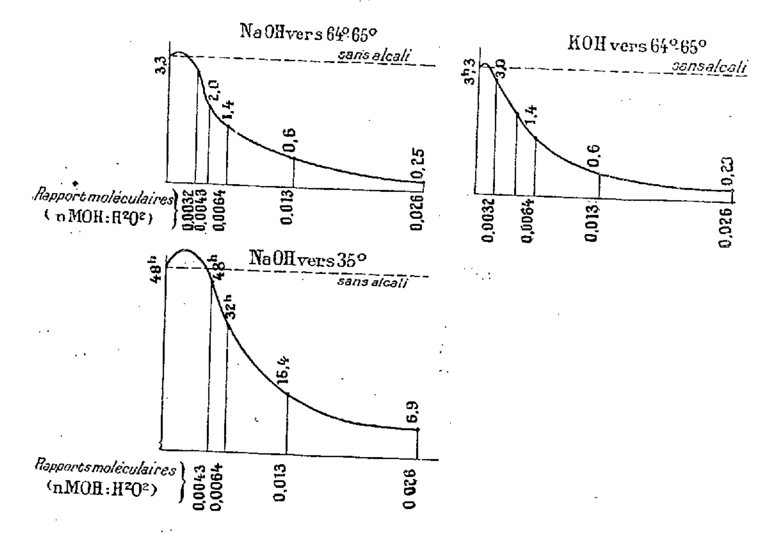
	Cal	
$(H^2O^2 + 0,3\,H^2O)$	0,405	(M. de Forcrand)
$(HCl + 2,5\,H^2O)$	4,47	(Berthelot)
SO^4H^2	17,9	(Berthelot)

Action des alcalis sur l'eau oxygénée [1]. — Les expériences ont été faites avec la potasse, la soude et la lithine à des températures d'environ 65°, 35° et 9°.

Il suffit de un millième en poids d'alcali existant dans le volume total de liquide pour *accélérer* considérablement la décomposition.

Influence de la concentration de l'alcali. — Cette accélération devient très marquée dès qu'il y a trois millièmes du poids d'alcali.

Mais ce sont surtout les rapports moléculaires plutôt que la nature de l'alcali ROH qui interviennent. Ainsi, lorsque le rapport des molécules de



ROH et de H^2O^2 en présence est de 0,013, les durées τ de la demi-décomposition observées à la température de 65° ont été pour l'eau oxygénée à 30^{vol} :

Potasse	$\tau = 0^h,6$
Soude	$\tau = 0^h,7$
Lithine	$\tau = 0^h,8$

au lieu de $3^h,2$ valeur normale correspondant à l'eau oxygénée à 30^{vol} sans catalyse.

---

[1] Cette question a déjà été étudiée par un chimiste russe, M. Schöne, mais à un autre point de vue (*Annalen der Chemie und Pharmacie von Liebig*, t. **192**, année 1878, p. 257, et t. **193**, p. 241) : il se préoccupait surtout de la formation des peroxydes alcalins et il employait de très fortes proportions d'alcali. Les expériences de M. Tammann (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. **4**, 1889, p. 441) ne donnent pas de résultats bien nets.

Ces nombres sont presque identiques : si leurs faibles différences sont réelles, elles sont dans l'ordre des poids moléculaires ($K = 39$, $Na = 23$, $Li = 7$).

De même, avec le rapport moléculaire 0,026, on a :

Potasse..	$\tau = 0^h,24$
Soude..	$\tau = 0^h,25$

au lieu de $3^h,2$.

Ces comparaisons sont exprimées par les graphiques ci-joints.

Action du bioxyde de sodium sur l'eau oxygénée. — Cette expérience se rattache aux précédentes à cause de leur interprétation théorique.

En mettant $0^g,056$ de bioxyde de sodium avec 30^{cm^3} d'eau oxygénée à $29^{vol},26$, à 65°, la durée de la demi-décomposition a été de $0^h,4$: pour l'eau oxygénée seule à 65°, elle est de $3^h,2$.

On voit qu'une très petite quantité de bioxyde de sodium accélère considérablement la décomposition. Il est un catalyseur aussi bien que la soude caustique.

Interprétation de l'influence accélératrice des alcalis. — Elle se rattache à la formation d'un peroxyde.

Ainsi, avec la soude et l'eau oxygénée, il se forme un bioxyde de sodium : ce bioxyde par un excès d'eau donnant de l'oxygène, on conçoit que le dégagement de gaz de l'eau oxygénée soit accéléré par rapport à ce qu'il serait avec l'eau oxygénée seule.

J'ai constaté du reste que, lorsqu'un excès de bioxyde de sodium réagit sur une petite quantité d'eau mesurée, la quantité de gaz dégagé correspond sensiblement à l'équation

$$3H^2O + Na^2O^2 = 2NaOH + 2H^2O + \tfrac{1}{2}O^2.$$

Déjà, les expériences de Schöne (*loc. cit.*) avaient expliqué en détail, par cette formation intermédiaire d'un peroxyde, la destruction catalytique de l'eau oxygénée par les alcalis.

En *résumé*, la décomposition de l'eau oxygénée est retardée par les acides, accélérée par les alcalis dans des proportions numériques très considérables précisées dans la présente Note, et l'on peut donner de ces catalyses une interprétation rationnelle.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Observations des orages de 1914 dans les départements de la Gironde et partie de la Dordogne. Expériences des paragrêles électriques. Rapport de M. F. Courty. (Présenté par M. J. Violle.)

MM. **Lucien Berland**, **Maurice de Broglie** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

PHYSIQUE. — *Vérification expérimentale de la formule de Lorentz-Einstein par les rayons cathodiques de grande vitesse.* Note [1] de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **Ch. Lavanchy**, présentée par M. Lippmann.

Un petit nombre seulement des déterminations effectuées sur les rayons β et sur les rayons cathodiques ont permis d'aborder la discussion des diverses formules représentant la variation de l'inertie en fonction de la vitesse [2]. Bien que ces expériences aient été généralement interprétées en faveur de la théorie de Lorentz-Einstein, leur précision a fait l'objet de sérieuses critiques, particulièrement pour celles d'entre elles qui paraissaient vérifier cette théorie avec le plus d'exactitude [3]. La question ne semble donc pas définitivement tranchée.

Ces considérations nous ont engagés à entreprendre une nouvelle série de mesures sur les rayons cathodiques par la méthode des *trajectoires identiques*, expérimentée antérieurement [4].

---

(1) Séance du 12 juillet 1915.

(2) Ce sont principalement les expériences de Kaufmann et de Bucherer sur les rayons β du radium; celles de Hupka et celles de C.-E. Guye et S. Ratnowsky sur les rayons cathodiques.

(3) W. Heil, *Discussion der Versuche über die träge Masse benegter Elektronen* (*Ann. der Physik*, t. **31**, 1910, p. 519).

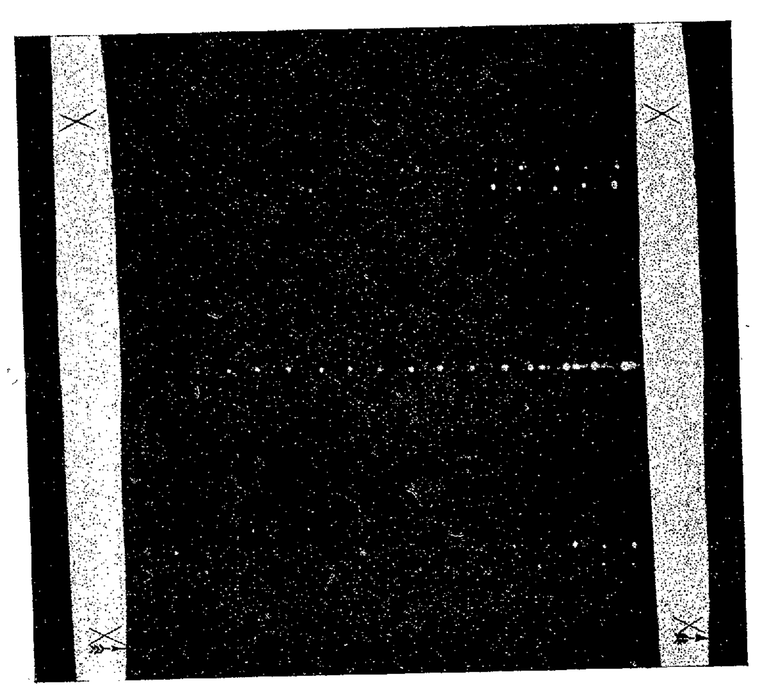
(4) C.-E. Guye et S. Ratnowsky, *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, et *Arch. des Sc. phys.*, avril 1911 (Mémoire complet).

Cette méthode conduit, comme on sait, aux deux relations

$$\frac{\mu'}{\mu} = \frac{VI'^2}{V'I^2}, \quad (1)$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{V'I}{VI'}, \quad (2)$$

dans lesquelles μ' et v' sont la masse transversale et la vitesse des rayons



$\beta = 0,415$ ($v' = 124500$ km : sec).

Ce cliché représente une série de 17 déterminations enregistrées sur une même plaque à laquelle, après chaque pose, on imprimait un petit déplacement. L'ensemble de cinq points disposés verticalement constitue une détermination; le point médian correspond au faisceau cathodique non dévié; les quatre autres donnent les positions du faisceau dévié, soit vers le haut, soit vers le bas, pour chacun des champs électrique et magnétique (la plus grande des deux déviations correspond au champ magnétique); les repères ont été photographiés au début et à la fin de la série; ils ont dû être renforcés à la retouche sur le cliché typographique.

cathodiques étudiés; μ et v les mêmes grandeurs pour les rayons de comparaison; V', V, I et I' désignent les différences de potentiel et les intensités de courant qui produisent les champs électriques et magnétiques déviants.

A ces deux relations, qui donnent le rapport des masses et le rapport des

vitesses, il faut ajouter la relation

$$U\varepsilon = \frac{1}{2}(\mu)v^2 \qquad (3)$$

permettant de déterminer la valeur absolue de v si l'on connaît le potentiel de décharge U et le rapport $\frac{\varepsilon}{(\mu)}$ dans les diverses hypothèses; (μ) étant la masse cinétique [1].

Les relations (1), (2) et (3) permettent alors de comparer les résultats de l'expérience à ceux donnés pour les mêmes vitesses par les diverses formules proposées [2].

Le Tableau ci-après résume nos expériences; il résulte des mesures effectuées sur 150 clichés, comprenant environ 2000 déterminations.

Théorie de Lorentz-Einstein.				Théorie d'Abraham.			
	$\frac{\mu'}{\mu_0}$				$\frac{\mu'}{\mu_0}$		
β [3].	observé.	théorique.	Δ.	β.	observé.	théorique.	Δ.
(0,2279)	»	(1,027)	»	(0,2286)	»	(1,021)	
0,2581	1,041	1,035	+0,006	0,2588	1,035	1,027	+0,008
0,2808	1,042	1,042	±0,000	0,2816	1,036	1,033	+0,003
0,3029	1,046	1,049	−0,003	0,3038	1,040	1,039	+0,001
0,3098	1,048	1,052	−0,004	0,3107	1,042	1,040	+0,002
0,3159	1,054	1,054	±0,000	0,3168	1,048	1,042	+0,006
0,3251	1,059	1,058	+0,001	0,3260	1,053	1,045	+0,008
0,3302	1,063	1,060	+0,003	0,3311	1,057	1,047	+0,010
0,3356	1,060	1,062	−0,002	0,3365	1,054	1,049	+0,005
0,3433	1,066	1,065	+0,001	0,3443	1,060	1,051	+0,009
0,3462	1,065	1,066	−0,001	0,3472	1,059	1,053	+0,006
0,3551	1,070	1,069	+0,001	0,3561	1,064	1,055	+0,009
0,3630	1,067	1,073	−0,006	0,3640	1,061	1,058	+0,003
0,3813	1,079	1,082	−0,003	0,3824	1,072	1,065	+0,007
0,3894	1,085	1,086	−0,001	0,3905	1,078	1,069	+0,009
0,3972	1,091	1,090	+0,001	0,3985	1,084	1,072	+0,012
0,4044	1,096	1,094	+0,002	0,4055	1,089	1,074	+0,015
0,4097	1,101	1,096	+0,005	0,4108	1,094	1,077	+0,017
0,4147	1,100	1,099	+0,001	0,4159	1,093	1,079	+0,014
0,4186	1,100	1,101	−0,001	0,4198	1,093	1,080	+0,013
0,4270	1,110	1,106	+0,004	0,4282	1,103	1,084	+0,019
0,4382	1,114	1,112	+0,002	0,4394	1,107	1,089	+0,018
0,4468	1,120	1,117	+0,003	0,4481	1,113	1,093	+0,020
0,4591	1,122	1,126	−0,004	0,4604	1,115	1,099	+0,016
0,4714	1,137	1,134	+0,003	0,4727	1,130	1,105	+0,025
0,4829	1,139	1,142	−0,003	0,4842	1,132	1,111	+0,021

(1) Il importe de remarquer que la formule (3) n'est utilisée que pour des rayons de faible vitesse (U = 14000 volts); il en résulte que la valeur de v ne dépend que très peu de l'hypothèse choisie (voir Tableau).

(2) Voir pour ce calcul C.-E. Guye et S. Ratnowsky, *loc. cit.*

(3) β désigne le rapport de la vitesse des rayons cathodiques à celle de la lumière.

On voit, par ce Tableau, que *la formule de Lorentz-Einstein sur la variation de l'inertie en fonction de la vitesse se trouve vérifiée avec une très grande exactitude par l'ensemble de nos mesures.*

La répartition à peu près indifférente des écarts positifs et négatifs, jointe au grand nombre des déterminations effectuées, semble bien indiquer que la formule de Lorentz-Einstein représente une loi très exacte et que des déterminations, même individuellement plus précises, ne parviendraient pas aisément à la mettre en défaut. Le détail des mesures et des calculs, ainsi que la discussion des résultats, seront publiés ultérieurement.

ALIMENTATION. — *A propos du pain destiné aux prisonniers de guerre.* Note (1) de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing fils.

Il y a un certain nombre d'années, le Ministère de la Guerre avait posé publiquement la question de la fabrication facile et rapide d'un pain destiné à se conserver pendant un mois au moins dans le sac du soldat en campagne. A cette époque, j'avais soumis au service de l'Intendance avec échantillons à l'appui, un procédé qui me paraissait répondre au but poursuivi sans rien changer à l'outillage de la boulangerie, ni aux habitudes de la consommation du troupier. Mais, pour des raisons que j'ignore, le Ministère de la Guerre renonça à son idée et les essais commencés n'eurent pas d'autre suite.

Aujourd'hui, le problème revient sous une autre forme : celle de la préparation et de la réception en bon état, par nos prisonniers civils et militaires, de ce pain savoureux, véritable aliment national, dont ils sont privés.

La solution a été jusqu'ici plus ou moins heureusement trouvée. La conservation des pains de qualités diverses qui ont été proposés étant fonction du régime climatérique sous lequel ils voyagent et du temps qu'ils mettent pour arriver à destination, il apparaît, si j'en crois les renseignements et les demandes qui me sont adressés de divers côtés, que le bon état dans lequel ces pains parviennent est plutôt une question de chance. Dans un grand nombre de cas, en effet, ils arrivent altérés par la moisissure. C'est ce qui m'engage à faire connaître le procédé auquel je fais allusion plus haut, espérant qu'il pourra rendre quelques services à nos compatriotes, victimes de la guerre brutale qui nous est faite.

L'humidité est l'ennemie du pain comme elle l'est d'ailleurs de presque

(1) Séance du 12 juillet 1915.

tous les produits alimentaires en favorisant particulièrement le développement des spores de Mucédinées déposées à sa surface. En général, si en vieillissant le pain se dessèche, il reste en bon état; si au contraire il conserve son humidité normale ou l'augmente, il moisit. On conçoit ainsi que la sécheresse de l'été soit favorable aux expéditions de pain de France en Allemagne, tandis que les conditions pluvieuses de la même saison ou de la saison froide, qu'il faut dès maintenant prévoir, leur sont tout à fait nuisibles.

Le procédé suivant permet de placer le pain, quelle que soit sa qualité et pour un temps suffisant, dans l'état de conservation que sa consommation réclame :

La pâte est préparée à la manière ordinaire. Pour la fermentation, on la placera dans des bannetons de forme parallélépipédique, et au moment de la cuisson la croûte sera maintenue lisse, c'est-à-dire sans « grignes » suivant l'expression technique. De préférence le pain ne devra pas dépasser le poids de 1^{kg} et la cuisson devra en être plutôt un peu prolongée de façon à obtenir une stérilisation parfaite. On réalise ainsi un produit qui se prête facilement au paquetage.

Au sortir du four, chaque pain encore chaud est enveloppé successivement dans deux feuilles de papier fort en contrariant les fermetures de pliage, puis ficelé. Le papier sulfurisé dit « parchemin » peut être ici utilisé avec avantage et l'on peut aussi, sans que j'y insiste, prévoir d'autres modes d'emballage efficace.

Cela fait, lorsque la température du four est descendue à 120°-130°, les pains empaquetés y sont logés à nouveau et abandonnés pendant 15 à 20 minutes. Défournés définitivement, ils peuvent, après refroidissement, être expédiés en prenant les précautions d'usage.

On prépare ainsi une sorte de conserve sommaire dont l'enveloppe, elle-même stérilisée par le chauffage, s'oppose ensuite au retour des germes nuisibles tout en conservant au pain son humidité normale. Celui-ci, sorti de son enveloppe, est resté tendre et se présente à la consommation avec les qualités du pain simplement rassis.

J'ai pu conserver durant un mois et plus, dans une cave sombre et humide, des pains préparés par ce procédé rapide, et qui n'avaient subi aucune altération.

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons abyssaux de la famille des* Brotulidés *dans l'océan Atlantique nord.* Note [1] de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

La famille des *Brotulidés*, autrefois confondue avec les *Zoarcidés* et les *Lycodidés*, est une de celles que les récentes expéditions océanographiques

[1] Séance du 5 juillet 1915.

ont grandement contribué à augmenter. La plupart de ses représentants vivent, en effet, dans les régions abyssales océaniques. Tout dernièrement (1913), L. Radcliffe en a décrit une association fort riche, pêchée auprès des îles Philippines. Une autre faune, aussi nombreuse, a été signalée comme habitant la partie occidentale de l'océan Atlantique nord. Il ne semblait pas qu'il en fût de même pour la partie orientale. Les explorations du « Travailleur » et du « Talisman » ont bien recueilli, dans les parages ibériques et nord-africains, une dizaine d'espèces; mais les publications ultérieures, relatives aux campagnes de S. A. S. le Prince de Monaco, n'en mentionnent que quatre complémentaires. Le nombre des espèces provenant de ces campagnes est pourtant plus considérable. La présente Note a pour objet la description succincte de trois d'entre elles, dont deux nouvelles et une troisième imparfaitement identifiée, qui n'avaient pas encore été signalées ou dont la diagnose était insuffisante.

La première de ces espèces appartient au genre *Grimaldichthys* L. R., que j'ai fait connaître voici deux ans (1913), et qui contient *G. profondissimus* L. R. dont la cote de provenance bathymétrique (6035^{m} de profondeur) est la plus basse de toutes celles dont on ait ramené des Poissons. Cette espèce est la deuxième de ce genre; je la nomme *G. squamosus*, en raison de son caractère le plus apparent. Elle a été pêchée en 1896, à 4261^{m} de profondeur, à l'ouest des îles Açores (St. 652). Elle est représentée par un seul individu, en bon état de conservation, mesurant 286^{mm} de longueur. Son principal caractère lui vient de son écaillure complète, exserte, alors que les écailles de *G. profondissimus* sont incluses dans les téguments.

En outre, le tronc est plus élevé que celui de cette dernière espèce, et les téguments, nullement transparents, sont colorés en brun roussâtre.

La seconde espèce fait partie du genre *Barathrites* Zg. Elle joue, envers l'unique espèce connue jusqu'ici de ce genre, *B. iris* Zg., le rôle, dans le genre précédent *Grimaldichthys*, de *G. profondissimus* envers *G. squamosus*. L'unique individu qui la représente a été pêché à la nasse par 5285^{m} de profondeur (St. 819; 11-13 juillet 1897, au nord des îles Açores, et presque sur le parallèle des Canaries). Il mesure 238^{mm} de longueur. Il se distingue de *B. iris* par ses téguments plus minces, transparents, non écailleux en arrière; sa coloration plus pâle, d'un jaune clair uniforme; son tronc plus élevé et plus aplati transversalement, sa tête plus grosse et ses nageoires ventrales plus longues.

La troisième espèce n'est autre qu'*Alexeterion Parfaiti* L. Vaillant, créée, genre et espèce, pour un seul individu recueilli par le « Travailleur » à 5005^{m} de profondeur. Cet exemplaire, de petite taille, mesurant seulement 42^{mm} de longueur, est conservé dans les collections du Muséum. Il m'a donc été possible de le comparer à l'individu que le prince de Monaco a recueilli 12 années plus tard, en 1896 (St. 698; au nord-ouest des Açores), par 1846^{m} de profondeur, et qui est dans un meilleur état de conservation. Cet examen m'a permis de voir que, contrairement à la diagnose donnée par Vaillant, les deux exemplaires possèdent des nageoires ventrales et une

ligne latérale. Le deuxième individu porte bien des dents vomériennes dont le premier est privé; mais sa taille beaucoup plus grande (102^{mm} de longueur) permet de le considérer comme pourvu de sa dentition complète, alors que l'autre, plus petit, ne la possède pas encore. En définitive, les caractères ainsi rectifiés sont ceux du genre *Barathronus* G. et B. Le genre *Alexeterion* doit donc disparaître de la systématique, et l'espèce *Alexeterion Parfaiti* devenir *Barathronus Parfaiti*.

Une espèce atlantique de ce genre, *B. bicolor* G. et B., a été décrite, en 1883, pour un individu de la mer des Antilles. — *B. Parfaiti* se distingue d'elle par sa tête plus haute que le tronc, par sa mâchoire inférieure plus forte et plus proéminente, par sa bouche presque verticale, par ses yeux plus grands et plus éloignés du vertex, par ses pectorales à rayons partiellement dissociés.

Il faut remarquer que ces espèces, ainsi que la plupart de celles des auteurs antérieurs, ont été créées pour un petit nombre d'individus, et souvent pour des exemplaires uniques. Les caractères invoqués dans les diagnoses, et dans celles de leurs genres, étant de même sorte que ceux dont on se sert en pareil cas pour les autres Poissons, on doit en conséquence, jusqu'à plus ample informé, leur accorder une identique valeur systématique. Mais des réserves sur leur validité sont nécessaires en présence de cette différenciation, très nette chez les *Brotulidés*, qui entraîne à morceler les genres et les espèces.

Il se pourrait que l'œcologie du milieu abyssal et les difficultés de la pêche aient en cela une influence. Mais il se pourrait aussi que les représentants abyssaux de la famille des *Brotulidés* aient une capacité de variation individuelle plus étendue et plus fréquente que la moyenne de la plupart des Poissons. La question est complexe, et l'on ne saurait encore la résoudre; toutefois, il est utile de la poser.

HISTOLOGIE. — *Les formations nucléaires des cellules auditives externes et de Deiters*. Note (1) de M. E. **Vasticar**, présentée par M. Henneguy.

J'ai signalé et décrit antérieurement, chez le Lapin, une formation particulière engendrée par le noyau de la cellule auditive interne (2). Une formation du même genre s'observe également dans le noyau des cellules auditives externes. Sa forme en est un peu différente. C'est une sorte de bâtonnet implanté dans le pôle céphalique du noyau et incliné vers l'axe du limaçon (*f*, *n*, *fig.* 1). Il est cylindrique. Son épaisseur est plutôt minime, équivalant à peu près au dixième du diamètre du noyau. Sa lon-

(1) Séance du 5 juillet 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1447.

gueur est variable, atteignant, dans ses plus grandes dimensions, une longueur égale au sixième du noyau. La plupart du temps ce bâtonnet échappe à la vue, soit que la préparation ne s'y prête pas, soit qu'il se trouve plus ou moins enfoui dans la masse nucléaire. Réduit souvent à sa plus simple expression l'extrémité de son segment libre vient à peine émerger de la surface du noyau, sous forme d'une petite saillie boutonneuse opaline. Il est, en effet, formé par une substance amorphe, opaque, sans granulations perceptibles, qui ne fixe pas les colorants ou qui se laisse facilement décolorer au cours des opérations. Au point d'émergence du

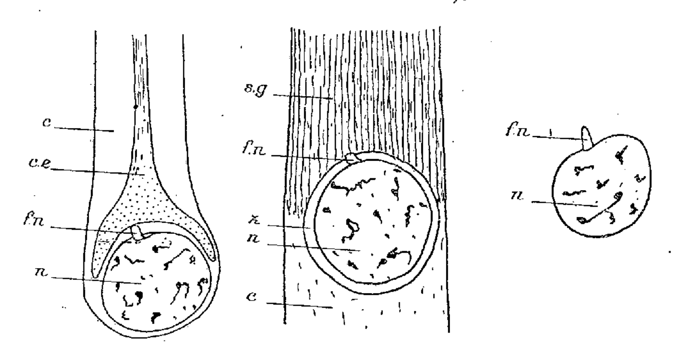


Fig. 1. — *c*, cellule acoustique externe du Lapin (coupe axiale; *c*, *e*, cône endoplasmique; *f*, *n*, formation nucléaire (bâtonnet); *n*, noyau de la cellule.

Fig. 2. — *c*, cellule de Deiters du Lapin (coupe axiale); *f*, *n*, formation nucléaire (bâtonnet); *n*, noyau de la cellule; *s*, *g*, segment granuleux de la cellule de Deiters; *z*, zone claire de rétraction du noyau.

Fig. 3. — *n*, noyau de la cellule de Deiters de la troisième rangée; *f*, *n*, formation nucléaire (bâtonnet cylindro-conique).

bâtonnet la surface nucléaire est légèrement déprimée. Le bâtonnet pénètre dans l'intérieur du noyau en suivant l'axe de ce dernier et à une profondeur qui n'a pu encore être déterminée. On trouve parfois, à la place qu'il a dû occuper et dont il a dû être énucléé accidentellement, un petit pertuis cylindrique de même dimension que lui, creusé dans la masse nucléaire. L'extrémité libre du bâtonnet est en rapport direct de contiguïté avec la surface basale du cône endoplasmique qui coiffe généralement la plus grande partie de l'hémisphère céphalique du noyau (*c*, *e*, *fig.* 1).

La formation nucléaire des cellules de Deiters offre la plus grande analogie avec celle des cellules auditives externes. C'est également un bâtonnet. Son siège est le même, mais son orientation est inverse; il est incliné en dehors de l'axe de l'organe. Il semble plutôt moins développé que les pré-

cédents et l'on ne l'aperçoit que dans la zone claire circonscrivant le noyau, qui est due à la rétraction de ce dernier sous l'influence des réactifs (*f*, *n*, *fig*. 2). Sur les préparations fortement colorées, il est limité latéralement par deux traits rectilignes, parallèles et faiblement teintés. La plupart du temps la ligne de contour n'est pas visible et c'est l'éclat lumineux produit par sa réfringence qui seul en indique l'existence. Ce segment de bâtonnet, qui ne devient visible qu'après la rétraction du noyau et qui primitivement était intra-nucléaire, constitue-t-il le bâtonnet dans toute sa longueur ou se prolonge-t-il au delà, c'est-à-dire dans la masse granuleuse de la cellule de Deiters? Il est difficile de se prononcer, car il ne m'a pas été donné de le suivre plus loin. Quoi qu'il en soit, il convient de noter que l'extrémité libre du bâtonnet est en rapport direct avec la portion basale du segment granuleux de la cellule de Deiters (*s*, *g*, *fig*. 2) qui présente à cet effet une dépression correspondante englobant une partie de l'hémisphère céphalique du noyau. Le corps granuleux de la cellule de Deiters apparaîtrait dès lors comme l'homologue du cône endoplasmique de la cellule auditive externe.

Je remarque, en outre, dans les cellules de Deiters de la troisième rangée, une formation nucléaire d'une configuration un peu différente de celle observée dans les noyaux des deux premières rangées. Elle est cylindro-conique et assez volumineuse. Son extrémité libre se termine en pointe mousse. Sa longueur égalerait le quart et même le tiers du diamètre du noyau. J'ai réussi à obtenir ce bâtonnet en totalité et coloré d'une façon suffisante par la mise en bouillie de l'organe de Corti avant sa fixation par l'acide osmique. Par son extrémité libre ce bâtonnet est également en contact avec la partie inférieure du segment granuleux de la cellule de Deiters de la troisième rangée qui, dans les cellules de cette catégorie, offre un développement assez considérable. Je noterai à ce sujet que la constitution histologique des cellules de Deiters de la troisième rangée diffère notablement des cellules des deux premières rangées. Son protoplasma, de la base au sommet, est beaucoup plus granuleux et ce détail est aisément mis en évidence par l'emploi des sels de platine.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *La correspondance inédite de l'astronome* J.-N. Delisle. Note [1] de M. G. **Bigourdan**.

Au XVIIIe siècle, rares étaient les moyens d'information que nous offrent aujourd'hui les journaux scientifiques [2] : en dehors des *Mémoires* des Académies, et de quelques Revues dont le *Journal des Savants* est le type, les correspondances particulières échangées entre les savants faisaient seules connaître avec quelque rapidité le mouvement scientifique de l'époque; et c'est là que souvent on voit la genèse d'œuvres très importantes. De là le soin bien justifié avec lequel on recherche et on publie aujourd'hui ces correspondances; il suffit de mentionner, à titre d'exemple, celle de Lagrange [3] avec d'Alembert, Condorcet, Laplace, Euler, etc.

Pour l'Astronomie du XVIIIe siècle, une des plus riches de ces sources est incontestablement la correspondance inédite de Joseph-Nicolas De-

---

(1) Séance du 19 juillet 1915.

(2) Par exemple, la découverte des nouvelles comètes n'était ordinairement portée à la connaissance des astronomes que par les rares gazettes de l'époque, comme la *Gazette de France*, ou par des correspondances particulières. Quelquefois ces gazettes donnaient même des positions relativement assez précises, et ces renseignements peuvent être utiles encore aujourd'hui pour les comètes dont on n'a pas de bonne orbite.

(3) *Œuvres de Lagrange*, t. XIII (1882), t. XIV et dernier (1892).

lisle (¹), qui s'étend sur près de 60 ans, de 1709 à 1767, et sur laquelle je voudrais appeler l'attention.

J.-N. Delisle naquit à Paris le 4 avril 1688 et y mourut le 2 septembre 1768. Fils et frère de géographes célèbres, il fut porté de très bonne heure vers l'Astronomie. Delambre (²) dit, en effet, que « l'éclipse de Soleil de 1706 attira fortement son attention, et lui inspira un désir extrême de prédire ces phénomènes ».

Peu favorisé du côté de la fortune, il fit des calculs astrologiques et donna des leçons pour vivre, tout en s'exerçant à l'Astronomie pratique. En même temps il commença cette longue correspondance qu'il continua jusqu'à la fin de sa vie, conservant à la fois les lettres qu'il recevait et une copie de celles qu'il envoyait.

La première lettre, incomplètement datée, est de 1709 et écrite par le célèbre Fréret; celui-ci prie Delisle de calculer pour lui les levers héliaque et cosmique de Sirius pour diverses latitudes, notamment pour l'Égypte. « Les éclaircissements que je vous demande, ajoute Fréret, répandront un grand jour sur la chronologie de cette nation (l'Égypte) et me mettront en estat de voir si les idées que je me suis formé ont quelque fondement solide. »

Au début, cette correspondance s'étend lentement; c'est que Delisle, d'ailleurs bien jeune, se trouve au milieu de ses relations scientifiques; presque tous ses correspondants habitent donc la province.

En 1714 il devint membre de l'Académie des Sciences comme élève astronome, attaché à Maraldi; et il fréquenta beaucoup l'Observatoire où alors observaient surtout J. Cassini et J.-Ph. Maraldi.

Déjà en 1710 il avait obtenu la permission d'habiter le dôme qui est au-dessus de l'entrée du palais du Luxembourg, en face la rue de Tournon; et deux ans après il y plaça quelques instruments qui restèrent là jusqu'à 1715 : des arrangements faits dans le palais le forcèrent alors de porter ailleurs son observatoire qu'il établit à l'hôtel de Taranne, dans l'appartement où le chevalier de Louville avait déjà fait d'assez nombreuses observations. Dès lors sa correspondance devient plus étendue, et déjà en 1720 il pouvait dire qu'il possédait à peu près toutes les obser-

(¹) Dans la seconde partie de sa vie, il signe ordinairement « De l'Isle »; dans les *Mémoires* de l'Académie des Sciences, il écrit « Delisle », comme faisait également son frère Guillaume, le géographe (1675-1723).

(²) *Histoire de l'Astronomie au dix-huitième siècle*, p. 319.

vations faites jusque-là. Il se proposait, en effet, de composer un *Traité complet d'Astronomie exposée historiquement et démontrée par les observations;* dans ce but, il avait réuni beaucoup d'ouvrages d'Astronomie et fait copier toutes les observations manuscrites auxquelles il avait trouvé accès, notamment celles qui étaient conservées dans les archives de l'Académie des Sciences.

Une circonstance capitale lui offrit bientôt après l'occasion de développer considérablement ses relations astronomiques.

La visite de Pierre le Grand en France fut l'occasion de négociations assez longues pour attirer en Russie divers savants français. Les pourparlers traînèrent, mais en 1726 Delisle se rendit en Russie; en traversant l'Allemagne il noua des relations personnelles avec beaucoup d'astronomes de ce pays et acquit des manuscrits riches en observations astronomiques, la correspondance d'Hévélius entre autres. Dès lors, son commerce épistolaire prend une grande extension et devient une importante source d'informations sur les travaux qui se font dans toute l'Europe occidentale. En même temps il entre en relations avec les missionnaires d'Extrême-Orient, et réunit ainsi les documents les plus précieux pour l'histoire de l'Astronomie et de la Chronologie chinoises.

Pendant son séjour en Russie il poursuivit longtemps les manuscrits de Képler, achetés d'abord par Hanschius aux héritiers d'Hévélius et qui alors (1736) se trouvaient à Vienne en Autriche; il ne put les acquérir, mais il en obtint beaucoup d'autres (1).

Plusieurs fois déjà il avait été question de son retour en France, mais sa rentrée n'eut lieu qu'en 1747. Ensuite il échangea toutes ses collections, tant géographiques qu'astronomiques, contre une rente viagère de l'État et le titre d'Astronome de la Marine (2) : c'est ainsi que ses livres et ses manuscrits passèrent, vers 1750, au Dépôt de la Marine.

A Paris, il continue d'abord de poursuivre son immense correspondance et, en même temps, il fonde à l'hôtel de Cluny l'observatoire que Messier allait rendre célèbre par ses découvertes de comètes; puis les lettres deviennent plus rares et enfin cessent en 1767, une année avant la mort de

---

(1) Voir G. BIGOURDAN, *Inventaire général et sommaire des manuscrits de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris* (*Annales de l'Observatoire : Mémoires*, t. XXI, p. F 1-60, 1895).

(2) Il obtint en même temps, dit Delambre, 600 livres pour son secrétaire Libour et 500 livres pour Messier son élève.

Delisle. La correspondance formait, alors comme aujourd'hui, 17 portefeuilles dont toutes les pièces avaient été numérotées par les soins de Delisle lui-même.

Ces papiers restèrent au Dépôt de la Marine jusqu'en 1795; alors le Comité de Salut public décida que la partie astronomique de cette collection (livres et manuscrits) serait remise au Bureau des Longitudes, dont la fondation était récente; peu après elle fut, en effet, transportée à l'Observatoire, mais, dans ce partage, une partie de la correspondance resta au Dépôt (1).

Delisle a peu publié; le grand Traité d'Astronomie qu'il avait projeté de bonne heure est non seulement resté inédit, mais il ne paraît avoir été rédigé que par fragments. Malgré cela, l'influence de Delisle semble avoir été profonde parmi les astronomes français. Delambre cite, au nombre de ses élèves directs, Godin, de Fouchy, Lalande et Messier; on peut ajouter De Barros, Libour, etc. Lalande surtout paraît avoir profité de ses idées; après avoir remplacé Delisle comme professeur au Collège de France, il s'entoura également d'élèves qui vivaient avec lui. L'idée de faire un grand Catalogue par zones, tel que celui de Lalande, perce en plusieurs écrits de Delisle; il est vrai que La Caille réalisa cette idée au Cap en 1751, mais peut-être en trouverait-on l'idée exprimée antérieurement par Delisle, qui d'ailleurs servit d'intermédiaire à La Caille quand celui-ci se rendit dans l'Afrique australe.

On comprend que dans ces conditions Delisle, en correspondance avec les meilleurs astronomes de son temps, était bien placé pour obtenir les meilleures informations, et elles se retrouvent dans ses lettres.

Un grand nombre des pièces de cette correspondance furent soustraites avant 1848, comme on peut le voir dans le *Dictionnaire de pièces autographes*

---

(1) L'Observatoire possède, sous les cotes B 1 1-8, les portefeuilles I, II (129-130), VIII-XII (136-140) et le Supplément aux portefeuilles XIV et XV (144). Ceux qu'on trouve au Dépôt sont les suivants : III-VII (131-135) et XIII-XVI (141-145).

Les nombres placés ici entre ( ) sont ceux de l'inventaire de Delisle.

Il avait d'ailleurs laissé lui-même en dehors de cette correspondance scientifique celle qu'il entretenait avec sa famille, et cette dernière correspondance passa entre les mains de Buache son neveu; j'en dois la connaissance à M. Omont qui m'a indiqué sa présence à la bibliothèque de la Chambre des Députés : avec quelques papiers de même provenance, elle y est inscrite sous les nos 1507-1509 et 1548. Voir le Catalogue dressé par MM. E. Coyecque et H. Debraye : *Catalogue général des Manuscrits des bibliothèques publiques de France*. Paris. *Chambre des Députés*, 1 vol., 1907.

volées aux bibliothèques publiques de la France (1), par Lud. Lalanne et H. Bordier, publié en 1851. Mais, comme les auteurs de ces vols s'attachaient surtout aux pièces de valeur marchande, on peut penser que, sous le point de vue des renseignements historiques, la correspondance n'a pas souffert autant que le ferait supposer le nombre des pièces enlevées.

Quoi qu'il en soit, cet intérêt est encore considérable et la publication de cette correspondance serait utile.

On ne peut songer, il est vrai, à la publier *in extenso;* aussi j'en ai préparé un Extrait, contenant la mention et les dates de toutes les lettres (2), avec un sommaire de chacune d'elles; souvent réduit à une ou deux lignes, cet Extrait donne en entier ce qui a paru le plus intéressant.

Le nombre total des correspondants de Delisle est de 580 à très peu près, mais beaucoup ne sont que des intermédiaires dont les lettres ne présentent pas grand intérêt. Défalcation faite, il reste encore 300 noms au moins qui intéressent l'histoire de la Science.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Importance qu'a eue la Dynamique rudimentaire d'Aristote, dans le plus grand progrès de la Civilisation méditerranéenne.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. De fait (3), la création de l'Analyse infinitésimale devait seule, un *jour* (au XVIIe siècle), en permettant de soumettre au calcul la quantité continûment variable, en dégageant les notions de *dérivée* ou de *flux*, de *vitesse*, d'*accélération*, rendre possible l'étude des mouvements variés et faire naître la *Dynamique générale*.

---

(1) *Voir* notamment p. 108-110 et 37. *Voir* aussi l'*Inventaire* qui, parmi les manuscrits de l'Observatoire de Paris, est coté D 5 41.

(2) Malgré la soustraction ou le déplacement de certaines lettres, il a toujours été possible de connaître les dates des lettres écrites par Delisle, parce qu'il avait dressé un inventaire détaillé de sa correspondance; mais je n'en ai eu connaissance que lorsque mon travail était déjà avancé. Pour les lettres qui lui étaient adressées, Delisle relevait non les dates de ces lettres, mais celles des jours où il les recevait : ce sont celles que nous donnons pour les lettres qui manquent en les marquant d'un astérique. *Voir*, à l'Observatoire, le manuscrit B 5 16, ainsi que A 7 9 et E 1 13 : ce dernier est resté très longtemps à Poulkova, avec d'autres de la collection Delisle, et n'est rentré qu'en 1882.

(3) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 45.

Il ne pouvait donc y avoir, jusque-là, que des aperçus isolés de cette science; et force était de s'y restreindre presque entièrement aux mouvements uniformes, ou à la superposition d'un nombre fini de mouvements uniformes, comme le firent les astronomes par la composition des mouvements circulaires propres à expliquer les aspects successifs du Ciel (¹). Mais que ces aperçus, tels qu'ils se sont trouvés réunis et synthétisés par Aristote, étaient précieux! Ils ont suffi, en effet, au beau génie Hellène, pour asseoir la notion d'un *Ordre universel*, d'un vrai *Régime*, uniforme à certains égards, périodique à d'autres, établi dans l'Univers et y révélant une *Œuvre d'art* conforme cependant à la réalité, l'Œuvre d'une *Intelligence*.

II. En faisant fortement ressortir, comme on voit, les deux idées capitales d'une *Unité* dominante dans le Monde et de la *Beauté* de son ensemble, comme dans un poème classique, ou, par suite, l'idée d'un Dieu organisateur du *Cosmos*, ces simples aperçus des lois du mouvement (²) ont donc puissamment contribué, au moins dans l'ordre intellectuel, à l'épanouissement de la Civilisation méditerranéenne, avec tous ses éléments Hébraïques, Grecs, Romains, et à l'établissement du Christianisme, c'est-à-dire à la moralisation, à l'ennoblissement spirituel, qui font toute la valeur de la vie humaine.

Alors on a vu, pour la première fois depuis les temps historiques, les forces morales dispersées dans le monde et dans les traditions des peuples, les bonnes volontés des cœurs droits depuis les plus simples jusqu'aux plus affinés, les lumières jusque-là éparses des diverses philosophies, se réunir, sous l'inspiration Providentielle, en un faisceau puissant d'intelligences

(¹) Cette idée de réduire à des mouvements circulaires uniformes, *simplement superposés*, les révolutions les plus complexes des corps célestes, était vraiment *géniale*, puisqu'on n'a pas trouvé mieux malgré tous les progrès réalisés depuis. C'est, effectivement, celle que mettent encore en œuvre les astronomes, dans les formules (malheureusement si longues) des coordonnées de ces corps, formules à termes proportionnels aux cosinus ou aux sinus d'arcs fonctions linéaires du temps, le plus souvent multiples de l'un d'eux. Et la série trigonométrique de Fourier me paraît n'être, au fond, qu'une extension de la même idée à tous les faits périodiques de la nature ou même de l'Analyse pure.

(²) Surtout complétés par le principe, que suggérait et que suggère toujours l'observation, d'un ordre parfait établi dans toutes les régions plus élevées que l'atmosphère de notre globe et constituant ensemble la majeure partie de l'Univers, immense domaine de la Paix, de la Lumière et du Bien, où paraissait s'accomplir dès à présent, sans aucune trace de lutte ou d'opposition, la volonté du *Père céleste*.

hiérarchisées, former ainsi l'immense Communauté des âmes chrétiennes, et aboutir, après trois ou quatre siècles de douloureuses mais fécondes luttes, au triomphe d'une synthèse qui embrassait tout le passé, aussi harmoniquement que possible, et éclairait l'avenir ; qui, en même temps, organisait la vie morale dans le monde, assignait à l'action libre de chaque être humain venu ici bas, et sans en sacrifier aucun, un but élevé, réconfortant, accessible à tous; enfin, constituait pour tous, au confluent de toutes les lumières antiques, le grand *fanal directeur*, la Société éducatrice, foyer toujours progressif [1] de lumière, de bonne chaleur, de force ordonnée et de dévouement, où ils devaient puiser désormais noblesse, confiance et sérénité durant leur carrière terrestre.

III. Depuis lors, tandis que l'individu continue à n'apporter en son esprit propre, du moins dans l'ordre moral où l'obscurité des questions est en raison inverse de la simplicité, de l'humilité, de la naïveté du regard, qu'une *différentielle* de lumière, pâle lueur presque imperceptible, sans rayonnement ni énergie, juste suffisante pour lui permettre de voir, autour de lui ou dans le ciel de l'Histoire [2], la grande *traînée de feu*, éclairante et réchauffante, qui l'a précédé depuis (maintenant) près de vingt siècles et pour l'incliner alors, s'il est bien disposé, à s'y allumer lui-même, à

---

[1] Les progrès, bien qu'obtenus uniquement par voie de développement harmonique, *d'explication* à partir de principes posés dès l'origine, y ont été néanmoins d'une étendue et d'une richesse immenses, non seulement dans le dogme, mais aussi dans la morale, où on les a, peut-être, moins remarqués. Ces derniers ont concerné surtout les devoirs dits *envers soi-même*, ou relatifs au perfectionnement individuel, à la pureté, à la dignité, à la beauté de l'âme humaine, qui se sont adjoints désormais aux devoirs *envers Dieu et envers le prochain* (auxquels s'était borné le Décalogue mosaïque), et qui tendent à élever la nature humaine en la spiritualisant, en la rapprochant de la nature angélique, mais par l'esprit d'abnégation, d'humilité personnelle, de sacrifice aux autres, de lutte contre soi, c'est-à-dire tout à l'encontre du *surhomme* de Nietzsche, inévitable exaltation à leur plus haute puissance d'une animalité sans frein et d'instincts égoïstes.

Pour mesurer le chemin fait à cet égard par la législation chrétienne, entre les temps évangéliques et le XIIIe siècle, il suffit, par exemple, de comparer les sixième et dixième (ou neuvième) commandements, tels que les présente Saint Paul (*Épître aux Romains*, XIII, 9), à leur énoncé dans nos catéchismes; la différence y apparaît aussi grande qu'entre l'enfant de naissance et l'homme fait.

[2] J'appelle ici *ciel de l'Histoire*, l'histoire des idées, de la vie intellectuelle et morale de l'Humanité, par opposition à celle des intérêts matériels ou de la vie quotidienne, plus *terre à terre*, des multitudes humaines et de leurs gouvernants.

s'adjoindre, comme nouvel élément actif du foyer commun, à l'immortelle Communauté des âmes. Celle-ci est restée vraiment *l'intégrale*, à la fois divine et humaine, de la lumière, de la force et de la saine joie mises à la disposition de notre espèce, intégrale d'une valeur ou d'une autorité incomparables, capables d'entraîner l'assentiment de toutes les bonnes volontés que n'offusque pas un ombrageux amour-propre.

D'ailleurs, en dehors d'Elle, il n'y a plus pour nous, surtout dans l'ordre moral, après l'œuvre de critique universelle des deux derniers siècles, que ténèbres épaisses sur toutes les questions importantes, notamment sur le *but* de la vie (si elle en a un) et sur ce que nous avons à y faire. Au milieu de ces ténèbres morales, notre terre habitée, en proie à la guerre universelle des égoïsmes, apparaît comme une horrible énigme, comme un inextricable et désolant chaos, comme l'odieux spectacle, cent fois pire que le néant, d'un monde de vivants livré sans recours possible au règne toujours éphémère, mais toujours renouvelé, de la force et de la ruse.

IV. Voilà donc à quel point se ternit la beauté du *Cosmos* (car l'horreur de sa face terrestre affecte la totalité du Tableau), dès qu'on substitue à l'impassible regard du pur intellectuel, ou ce qui revient au même, à la comtemplation d'un monde inorganique dépourvu de sensibilité, le point de vue du cœur humain affiné par le Christianisme, point de vue où dominent les sentiments de Justice et de Bonté, le respect des tendances essentielles des êtres vivants, *avec la nécessité de leur aboutissement légitime;* choses qu'ignore totalement la simple nature. Et qu'il y a loin, à cet égard, de l'Intelligence géométrique organisatrice, pressentie par Pythagore, vue par Platon, dans l'Univers son œuvre comme dans un miroir, prouvée ainsi presque démonstrativement par la Science, au *Dieu très bon et très grand* (ou tout-puissant) que réclamaient déjà ces philosophes et qu'affirme la grande Communauté des âmes, mais que semble démentir cruellement l'expérience de la vie!

Serait-il possible que le spectacle ainsi enlaidi de notre monde terrestre, et si rebutant pour tous les nobles sentiments de l'âme humaine, fût la vraie expression d'ensemble de la réalité, ou que le fond des choses se trouvât, à ce point, mauvais et incohérent? Ce que nous montre l'observation des êtres vivants paraît bien à peu près tel. Mais elle est loin de nous faire connaître tout ce qu'il y a chez eux et chez nous, même dans l'ordre moral où le bien, plus intérieur, silencieux dans son action, éclate beaucoup moins que le mal.

Nous savons, d'autre part, que, dans nos sciences physiques, les données de l'expérience seraient impuissantes à nous révéler les lois des choses, si la lumière, infuse en nous, de la raison n'apportait pas, de son côté, les éléments d'ordre, de simplicité, de beauté, qui nous permettent de relier, compléter et généraliser ces données empiriques, entre lesquelles subsistent toujours d'infinies lacunes.

V. Sans doute, la beauté d'un système, sa simplicité sont loin de prouver à elles seules sa vérité; car tout est étrangement mêlé ici-bas. Et c'est pourquoi, au grand désespoir de notre pauvre nature intellectuelle impatiente de ses limites, la pénible, minutieuse observation est nécessaire pour jalonner les chemins que doit suivre notre esprit, dans sa recherche des lois idéales reliant les faits et du genre de beauté, de simplicité qui s'y manifeste. Mais, néanmoins, c'est toujours le principe esthétique de simplicité qui y fournit, en définitive, le *critérium final* ou, du moins, la sanction consacrant le progrès, bref, *qui a le dernier mot;* car cette sanction, indispensable pour conclure, consiste dans la concordance, dans *l'intelligibilité*, des résultats et de toute l'œuvre ([1]).

Or, il semble bien suivre de là, malgré l'inévitable *acte de foi en l'Intelligence* subsistant toujours dans cette question et devenu de plus en plus un *acte libre de l'âme entière*, que la *laideur absolue* est un signe certain de fausseté, d'erreur, et ne saurait se trouver au fond des choses. Donc la grande Communauté des âmes, où ont été le plus mûrement et le plus complètement élaborés par les siècles les mystérieux éléments de l'ordre moral, au moyen des mêmes principes de raison, d'harmonieuse beauté, qui ont organisé nos sciences, ou au moyen de principes analogues plus élevés encore, fait bien de verser, dans nos cœurs, les immortelles espérances permettant de neutraliser ou, tout au moins, d'atténuer la tristesse du tableau qu'offre en nous et autour de nous, à nos consciences et à notre sensibilité, le coin d'Univers où nous vivons !

VI. En résumé, dans nos sociétés éclairées par le Christianisme, l'homme d'étude aux prises avec les problèmes philosophiques ou moraux

---

([1]) On peut voir à ce sujet, à la suite de ma *Théorie approchée de l'Écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale*, une longue Note finale du Mémoire, intitulée : « *Considérations sur les lois d'économie et de simplicité; importance de ces lois en tant que principes directeurs de l'esprit* » (Gauthier-Villars, 1907; et *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. 50).

que lui posent inévitablement l'existence et la nécessité de s'y conduire, mais où il sent complètement en défaut son intuition de savant, ne saurait mieux faire, sous peine de ne pas aboutir, que de s'y laisser guider par le *Principe d'autorité*, tel qu'il existe ou se trouve représenté au milieu de nous et a prouvé bien des fois, depuis des siècles, son efficacité. En particulier, le jeune homme de ce temps-ci, qui se sent la vocation de consacrer sa vie à la recherche passionnée du vrai, ne trouvera pas ailleurs le moyen d'épargner à son âge mûr l'effondrement de ses espérances, c'est-à-dire le naufrage de son ardente croyance à la Vérité dans un scepticisme universel. Le principe d'autorité ne lui est pas moins nécessaire qu'à l'humble ouvrière absorbée par sa tâche ou à l'homme des champs courbé sur son sillon, lorsque ils sont, l'une et l'autre, soulevés au-dessus de la matière par l'appel d'un idéal supérieur de beauté morale.

Ce principe d'autorité modérera chez lui la tendance critique, impatiente des obscurités subsistant toujours dans les questions même les plus simples (ne serait-ce qu'à raison des imperfections inhérentes à notre nature), tendance qui le pousserait instinctivement à dissoudre toutes les idées dans une analyse sans terme, jusqu'à la destruction complète de l'œuvre intellectuelle. Le respect de ce principe le maintiendra en communion avec le genre humain, ou lui permettra de ne philosopher qu'*avec la sobriété caractéristique du sens commun*, et, lui faisant accepter volontiers, malgré leur médiocrité apparente, les conditions de certitude de l'intelligence humaine, lui évitera de tomber au-dessous de sa nature pour avoir trop voulu s'élever au-dessus ([1]).

([1]) Le principe d'autorité a, très légitimement, un rôle à remplir jusque dans les Mathématiques, non seulement, chez tous, pour les innombrables résultats auxquels chacun croit sur la foi de ceux qui ont eu le temps et les moyens de les obtenir, mais même, *pour les principes et les résultats les plus importants*, chez ces esprits dont parle Pascal vers la fin de ses célèbres *Réflexions sur la Géométrie en général*, qui, faute de savoir comprendre ou se représenter la divisibilité à l'infini de la quantité idéale, « *ne peuvent*, dit-il, *rien prétendre aux démonstrations géométriques* ». Et il ajoute : « quoiqu'ils puissent être éclairés en d'autres choses, ils le seront fort peu en celles-ci; car on peut aisément être très habile homme et mauvais géomètre ».
Son temps n'a pas été le seul à connaître de tels esprits.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur une balance d'induction destinée à la recherche des obus enterrés dans les terrains à mettre en culture.* Note (¹) de M. C. GUTTON.

En raison des accidents qui résultent du choc d'un obus non éclaté par le soc d'une charrue ou un outil de culture, M. le Préfet de Meurthe-et-Moselle m'a demandé d'étudier un appareil destiné à la recherche des projectiles enterrés et capable de déceler la présence d'un obus de petit calibre à une profondeur d'environ 40^{cm}. La balance d'induction convenablement construite peut être adaptée à cet usage.

La distance aux bobines des objets à rechercher d'une part, la surface à explorer d'autre part sont beaucoup plus grandes que dans les précédentes applications de la balance de Hughes. Pour ces deux raisons, on est conduit à employer des bobines de grand diamètre. Dans les trois appareils construits jusqu'ici ce diamètre est 70^{cm}. Les bobines du circuit primaire ont 20 tours, celle du circuit secondaire 10 tours. Elles sont enroulées sur des cercles en bois courbé analogues à ceux qui servent à la construction des tamis. La rigidité du cercle est assurée par deux traverses diamétrales. L'emploi, dans cette construction, de pointes métalliques doit naturellement être évité. Les deux bobines d'un même couple, enroulées l'une à côté de l'autre, sont distantes de 1^{cm} environ. Pour amener l'induction mutuelle des circuits primaire et secondaire de la balance à être nulle, on modifie cet intervalle jusqu'à ce qu'en l'absence de toute masse métallique au voisinage le téléphone reste silencieux. On colle ensuite les fils sur la carcasse de la bobine avec du vernis à la gomme laque et l'on protège les enroulements par une couche de ruban de forte toile. Afin de pouvoir parfaire exactement le réglage avant de se servir de l'appareil, il a été ajouté sur chacun des circuits primaire et secondaire une petite bobine ayant seulement 4 tours; l'une de ces bobines, de diamètre un peu inférieur à l'autre, peut tourner à l'intérieur de celle-ci autour d'un diamètre commun; cette rotation, qui modifie l'induction

(¹) Séance du 5 juillet 1915.

mutuelle des deux circuits, permet d'achever le réglage au moment où l'appareil doit être mis en service.

Les nombres de tours 20 et 10 des enroulements de la balance ont été déterminés par tâtonnements et ont dû être choisis aussi petits afin de pouvoir amener facilement le téléphone au silence. La sensibilité désirable a été obtenue par l'emploi de téléphones convenables et surtout en utilisant, dans le circuit primaire, des courants périodiques de forme favorable.

A cause de la faible résistance de la balance, les téléphones sont bobinés avec du fil relativement gros de $0^{mm},35$ de diamètre. Les deux récepteurs du casque sont montés en dérivation. Enfin l'épaisseur des plaques de tôle a été réduite d'environ moitié.

Pour produire le courant périodique primaire, on actionne, avec une pile sèche de 4 éléments, un trembleur dont l'électro-aimant droit est bobiné sur un faisceau de fil de fer muni à ses extrémités de deux joues carrées en fer. Un ressort d'acier est vissé sur l'une de ces dernières, son extrémité libre est attirée par l'autre. La rupture du courant se fait entre deux contacts d'argent dont l'un est rivé dans le ressort, l'autre dans une forte bande de laiton encastrée à une extrémité et poussée par une vis à l'autre extrémité. On peut ainsi régler facilement et d'une façon durable la pression du contact et obtenir une marche régulière et sans arrêt du trembleur.

Le circuit primaire est monté en dérivation sur l'enroulement de l'électro-aimant; il est coupé par un condensateur de capacité 6 microfarads. Le circuit n'est donc pas parcouru par le courant interrompu du trembleur comme dans la balance de Hughes; les forces électromotrices de self-induction dans l'électro-aimant chargent et déchargent périodiquement le condensateur à travers les enroulements primaires de la balance. On obtient ainsi un réglage plus facile de l'appareil et une plus grande sensibilité. L'expérience m'a montré que, dans de larges limites, cette sensibilité dépend du trembleur, qui doit donner un son musical aigu et avoir une très petite amplitude d'oscillation.

Pour amener la balance à la sensibilité convenable, on dérègle légèrement l'appareil de réglage et l'on modifie le trembleur jusqu'à ce que le son perçu ait la plus grande intensité possible, tout en s'annulant exactement lorsqu'on règle à nouveau. Une clef ou un couteau de poche approchés du centre d'une des bobines doivent alors provoquer l'audition d'un son facile à percevoir.

Pour l'exploration du terrain, les deux bobines sont fixées à deux bâtons verticaux attachés aux extrémités d'un bambou horizontal. Un aide porte celui-ci par le milieu et parcourt le champ à explorer en maintenant les bobines de la balance à quelques centimètres au-dessus du sol. L'observateur, muni du casque téléphonique et portant en bandoulière une boîte qui contient la pile, le condensateur, le trembleur et l'appareil de réglage, suit à quelques mètres en arrière.

Les éclats d'obus superficiels, les boîtes de conserve font percevoir un son aussi intense qu'un obus profondément enfoui, mais il est facile de distinguer entre ces deux cas. Un objet superficiel agit surtout lorsqu'il est près des bords de la bobine sous le fil de l'enroulement; lors du passage au-dessus de cet objet, on entend donc deux renforcements consécutifs du son. Un projectile enterré profondément agit, au contraire, au maximum lorsqu'il est sous le centre de la bobine et ne donne au passage de l'appareil qu'un seul renforcement de son.

Chacune des bobines des appareils déjà construits explore une bande égale à sa largeur; deux bandes de 70^{cm} de largeur sont donc examinées lors de chaque passage. La durée d'exploration d'un hectare est d'environ 3 heures pour deux personnes ayant quelque habitude de ce travail.

Dans l'espoir qu'il est des cas où l'appareil que je viens de décrire sommairement pourra rendre service, je remercie cordialement le sergent Rosain et les sapeurs du poste radiotélégraphique de Toul qui ont complaisamment collaboré aux premières études de cet appareil pendant leurs heures de liberté.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'action retardatrice du sucre dans le développement et la perméabilité de la gélatine au révélateur métol-hydroquinone, employé seul ou additionné de sucre.* Note [1] de M. J. MALDINEY, présentée par M. G. Lippmann.

Pour modérer ou ralentir la venue de l'image au développement, on ajoute ordinairement de l'eau ou quelques gouttes de bromure de potassium au révélateur.

L'addition de sucre à un révélateur produit des effets analogues à ceux du bromure, comme le montrent les expériences suivantes :

Plusieurs morceaux de papier au bromure ont été impressionnés pendant des temps égaux sous un même cliché et numérotés. L'un d'eux, n° 1 par exemple, développé dans le révélateur normal à l'hydroquinone-métol, a fourni une image complète en 5 secondes. Les autres morceaux ont été développés dans le même révélateur, mais additionné de quantités croissantes de sucre pulvérisé. Les résultats sont les suivants :

---

(1) Séance du 12 juillet 1915.

Révélateur.			Durée totale de développement.
Bain normal métol-hydroquinone			5 secondes
» additionné de 10g de sucre			10 »
»	»	20 »	20 »
»	»	40 »	55 »
»	»	60 »	3 minutes à 5 minutes

Ainsi, avec 60g de sucre pour 100cm³ du révélateur, on est parvenu à prolonger le développement pendant 5 minutes sans que la pureté des blancs s'en ressente, et sans que la moindre nuance de vert apparaisse dans les noirs.

A quoi est due cette action retardatrice du sucre? Ne serait-ce pas à un effet physique, la viscosité plus grande du bain révélateur, ralentissant la pénétration du liquide dans la couche sensible, et retardant par conséquent l'opération même du développement?

La question méritait d'être étudiée, et, dans ce but, nous avons entrepris quelques expériences dont nous exposons ici aujourd'hui les premiers résultats.

Nous avons d'abord opéré avec des plaques au gélatinobromure, coupées en bandes de 1cm de largeur; chaque bande était disposée bien verticalement, l'extrémité inférieure plongeant de la même quantité dans un petit cristallisoir contenant le révélateur seul, ou additionné de quantités croissantes de sucre. A l'aide d'un cathétomètre, on relevait le niveau initial d'abord, puis les niveaux successifs du révélateur sur la plaque à mesure que l'émulsion s'imbibait du liquide.

Après divers essais, nous nous sommes arrêtés au dispositif ou mode opératoire suivant :

Dans des tubes de verre de 1cm de diamètre et 10cm de longueur, fermés à un bout comme un tube à essai, nous avons coulé une émulsion contenant 10g de gélatine pour 100cm³ d'eau distillée. Afin de rendre les lectures plus faciles à l'observation du niveau par le cathétomètre, une trace de réactif colorant, phénolphtaléine, avait été ajoutée à l'émulsion. De plus, afin d'éviter les bulles d'air dans la gélatine et sur les parois des tubes, ceux-ci étaient placés sous la cloche d'une machine pneumatique pendant que l'émulsion était encore liquide.

La hauteur de l'émulsion, dans chaque tube, était de 6cm. Au bout de quelques heures, chaque tube était fixé bien verticalement dans un support, devant un cathétomètre, l'extrémité fermée en bas.

L'instrument employé pour faire les lectures était un cathétomètre de Gambey à échelle divisée en demi-millimètres, avec vernier au $\frac{1}{25}$.

Le niveau initial du révélateur qui sera en contact avec l'émulsion, dans le tube

n° **1**, était relevé au cathétomètre; puis on versait au-dessus de la gélatine, dans ce tube, une couche de 3^cm de hauteur, de révélateur normal métol-hydroquinone. La coloration rouge, donnée par le réactif colorant, apparaît immédiatement et permet de suivre facilement la pénétration du révélateur dans la gélatine. Le niveau coloré était relevé au cathétomètre, de 5 minutes en 5 minutes, pendant 4 heures.

Les mêmes expériences ont été faites avec les tubes **2**, **3**, **4**, **5**, **6** en remplaçant le révélateur normal par des révélateurs formés de métol-hydroquinone additionné de quantités croissantes de sucre (10^g, 20^g, 30^g, 40^g et 50^g pour 100^cm³ de métol-hydroquinone).

Dans une autre série d'expériences, nous avons remplacé le révélateur simplement par une dissolution de sucre dans l'eau distillée (50^g de sucre pour 100^cm³ de solution). Le Tableau suivant donne les résultats fournis par une des séries d'expériences effectuées :

Durée de l'expérience.	Niveau coloré observé au cathétomètre, avec						Solution sucrée : sucre 50^g; H^2O q. s. pour 100^cm³.
	révélateur seul.	révélateur additionné de sucre :					
		10^g.	20^g.	30^g.	40^g.	50^g.	
h m							
0.00...	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
5...	98,68	98,94	99,02	99,14	99,16	96,18	99,32
10...	98,22	98,46	98,64	98,74	98,76	98,78	99,18
15...	97,86	98,14	98,26	98,42	98,50	98,53	98,96
30...	97,16	97,40	97,50	97,72	97,78	97,88	98,74
45...	96,52	96,76	96,94	97,20	97,30	97,36	98,44
1.00...	96,04	96,28	96,50	96,74	96,86	96,88	98,22
15...	95,54	95,88	96,10	96,30	96,44	96,50	98,04
30...	95,16	95,46	95,70	96,00	96,08	96,18	97,86
45...	94,80	95,14	95,34	95,66	95,70	95,86	97,66
2.00...	94,42	94,80	94,98	95,32	95,38	95,54	97,52
15...	94,10	94,50	94,70	95,06	95,10	95,28	97,36
30...	93,72	94,16	94,38	94,76	94,78	94,94	97,24
45...	93,40	93,86	94,04	94,50	94,56	94,68	97,10
3.00...	93,06	93,64	93,78	94,18	94,24	94,46	97,00
15...	92,74	93,30	93,50	94,00	93,96	94,18	96,82
30...	92,45	93,14	93,24	93,72	93,72	94,00	96,74
45...	92,18	92,78	93,00	93,50	93,52	93,84	96,62
4.00...	91,19	92,60	92,74	93,26	93,36	93,60	96,46

Nota. — Afin de simplifier, nous ne donnons dans ce Tableau que les lectures par 15 minutes, excepté pour les quinze premières minutes. Les observations complètes seront publiées dans un autre travail.

Ce Tableau nous montre la marche de la pénétration de la gélatine par le révélateur métol-hydroquinone normal employé seul, ou additionné de quantités croissantes de sucre, et aussi par une solution sucrée concentrée.

On y constate que la diffusion du révélateur dans la gélatine diminue à mesure que croît la quantité de sucre ajoutée. L'action retardatrice du sucre, ajouté à un révélateur, métol-hydroquinone, paraît donc bien être due, au moins en grande partie, à une cause physique, la viscosité plus grande donnée au bain rendant ainsi plus lente la pénétration de la solution dans l'émulsion.

Nous continuons ces expériences avec d'autres révélateurs; les courbes et résultats seront publiés dans un prochain travail.

La séance est levée à 16 heures.

COMITÉ SECRET (1).

Rapport *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1915 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Cette Commission, qui comprend le Prince Bonaparte, comme membre de droit, se compose cette année de MM. E. Perrier, président de l'Académie, Darboux, Carnot, Violle, Haller, A. Lacroix, Villard; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner une vingtaine de demandes de subvention. Elle vous propose d'accorder :

1° Une somme de 3000fr à M. **Auguste Lameere**, professeur à l'Université de Bruxelles, Membre de l'Académie royale de Belgique, pour lui permettre, dans les circonstances exceptionnelles où il se trouve actuellement, de continuer, à la Station zoologique de Roscoff, ses recherches sur les Dicyémides. Cette demande était vivement appuyée par notre confrère M. Bouvier;

2° Une somme de 4000fr à M. **Le Morvan**, aide-astronome à l'Observatoire de Paris, pour achever la publication de la Carte photographique

(1) Séance du 19 juillet 1915.

et systématique de la Lune. Tous les documents relatifs à la deuxième et dernière Partie de ce bel Ouvrage sont prêts pour la publication. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. Violle, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux;

3° Une somme de 2000^{fr} à M. **Paul Vayssière** pour la continuation de ses recherches sur diverses espèces de Cochenilles qui paraissent d'un grand intérêt non seulement au point de vue économique, mais aussi à celui de la Biologie générale. En effet, nombreuses sont les Cochenilles sur lesquelles on ne possède à peu près aucune donnée, dont certaines sont nuisibles aux cultures et dont d'autres peuvent être appelées, au contraire, à prendre une grande importance dans les plantations. D'autre part, certaines de ces espèces de Coccides ont vraisemblablement des cycles évolutifs complexes et des hôtes multiples. La série de recherches entreprises par M. Paul Vayssière depuis plus de trois ans, et les résultats déjà obtenus, sont de sûrs garants des résultats à venir. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. Bouvier et Paul Marchal;

4° Une somme de 3000^{fr} à M. **de Zeltner**, explorateur, pour contribuer aux frais d'un voyage qu'il va entreprendre dans le Sahara soudanais, et plus particulièrement dans le Massif de l'Aïr. M. de Zeltner a déjà fait en Afrique cinq séjours prolongés qui lui ont permis d'acquérir l'expérience de la vie dans la brousse et des recherches qu'on peut y entreprendre. L'explorateur a déjà rapporté, de ses voyages antérieurs très fructueux, d'importantes collections qui ont été déposées soit au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, soit au Musée d'Ethnographie. La nouvelle exploration que se propose de faire M. de Zeltner est préparée dans tous ses détails et donnera sûrement des résultats très intéressants. Cette demande a été soutenue devant la Commission par notre confrère, M. Edmond Perrier;

5° Une somme de 2500^{fr} à M. **L. Bordas**, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes, pour l'aider à poursuivre ses investigations relatives aux Insectes qui attaquent les arbres de nos forêts et plus spécialement aux espèces qui causent actuellement de grands ravages dans les bois du Plateau Central et de l'Ouest de la France. M. Bordas est l'un des plus laborieux de nos naturalistes français, et des recherches de ce genre exigent de nombreux déplacements; de plus la récolte des larves lignicoles est pénible et souvent coûteuse, à cause des arbres à faire abattre en certains cas. Les

nombreux travaux dus à M. Bordas permettent d'avoir une entière confiance dans l'intérêt de ceux qu'il entreprend actuellement. Notre confrère, M. Edmond Perrier, a lu à la Commission un Rapport très favorable sur cette demande;

6° Une somme de 3000fr à M. **Joseph Bouget**, botaniste de l'Observatoire du Pic du Midi, pour réaliser sur une plus grande surface les essais de culture faits par l'auteur sur les conditions du reboisement et sur le semis de plantes pastorales pour l'amélioration des pâturages, dans les Pyrénées. M. Joseph Bouget, qui a publié depuis de nombreuses années des travaux sur la Flore pyrénéenne, est le botaniste français qui connaît le mieux cette Flore. Il a créé, en 1908, un champ d'expériences dans les vastes pâturages de l'Esquiou, et installé de petites stations d'observation qu'il a établies à des altitudes variées. Les résultats obtenus par M. Bouget sur l'influence qu'exercent les conditions météorologiques, l'exposition, la nature du terrain et la végétation déjà existante, sont très encourageants. Nul doute que si ce naturaliste possède les moyens matériels nécessaires à l'extension de ses observations et de ses expériences, il n'arrive à des conclusions intéressantes au point de vue scientifique comme au point de vue pratique. M. Angot, directeur du Service météorologique et le signataire du présent Rapport ont appuyé cette demande;

7° Une somme de 3000fr à M. **Henry Devaux**, professeur de Physiologie végétale à la Faculté de Bordeaux, pour continuer ses recherches sur la culture des plantes dans les régions arides ou semi-désertiques. Il n'est pas besoin de rappeler ici les travaux de Physiologie végétale de M. Devaux dont plusieurs sont devenus classiques. Il s'agit, au point de vue de ses récentes recherches, de la position d'un problème intéressant, qui résulte des observations de l'auteur faites en Tunisie et des expériences entreprises par lui à Bordeaux. Ce problème est relatif à l'absorption des eaux pluviales par le sol, à la préservation de ces eaux contre l'évaporation, et aussi aux conditions qui permettent une répartition convenable de cette eau et sa mise à la portée des racines. Cette demande a été accordée sur l'exposé fait par le signataire du présent Rapport;

8° Une somme de 2000fr à M. **Victor Piraud**, licencié ès sciences, à Grenoble, pour continuer ses études sur la faune des torrents et des lacs alpins, en particulier aux hautes altitudes. Ces recherches sont actuellement

assez avancées, mais il est impossible à l'auteur de les continuer faute de moyens nécessaires. M. Piraud, qui a déjà publié sur cette question diverses Notes remarquées, se propose d'étudier la répartition des espèces les plus intéressantes soit par leurs caractères alpins, soit par leur dissémination. Il a commencé aussi à étudier les rapports de ces distributions avec les caractères géographiques et géologiques des massifs étudiés. Cette demande a été appuyée par notre confrère M. Dastre et par MM. Kilian et Mirande, professeurs à la Faculté des Sciences de Grenoble;

9° Une somme de 2000^{fr} à M. **Tiffeneau**, agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, pharmacien en chef de l'Hôpital Boucicaut. M. Tiffeneau, grâce à cette subvention (il ne dispose d'aucun crédit de laboratoire), pourra continuer ses études sur les phénomènes de transposition moléculaire en Chimie organique, l'une des plus délicates et des plus captivantes questions de cette partie de la Science. M. Tiffeneau se consacre depuis 10 ans à ce genre de recherches, et a déjà obtenu de nombreux résultats, notamment dans la série des corps à chaîne ouverte. Or, pour faire aboutir des expériences de cette nature, il faut partir de matières premières coûteuses et dont la préparation exigerait un temps long et précieux. Cette subvention a été accordée sur le Rapport très favorable de notre confrère M. Haller.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère le Prince Bonaparte:

	fr
1. M. Lameere	3000
2. M. Le Morvan	4000
3. M. P. Vayssière	2000
4. M. de Zeltner	3000
5. M. L. Bordas	2500
6. M. J. Bouget	3000
7. M. H. Devaux	3000
8. M. Piraud	2000
9. M. Tiffeneau	2000

Soit un total de 24500^{fr}.

A la suite de la distribution de 1914, il restait un reliquat de 2500^{fr}; en raison des circonstances et *à titre tout à fait exceptionnel*, le Prince Bonaparte l'a mis à la disposition de l'Académie pour les œuvres de guerre qu'elle patronne : cette somme a été employée suivant ces indications.

La Commission avait à distribuer une annuité de 50000^{fr}.

Si nos propositions sont acceptées, il restera donc en réserve une somme de 25500^{fr}.

L'Académie adopte à l'unanimité des suffrages les propositions de la Commission.

M. le Président, se faisant l'interprète de tous ses confrères, adresse de nouveaux et bien vifs remerciements au Prince Bonaparte pour l'appui si efficace qu'il apporte à la Science française.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Les lettres de L. Euler dans la correspondance de J.-N. Delisle* (¹). Note (²) de M. G. **Bigourdan.**

L. Euler est incontestablement un des plus illustres parmi les correspondants de Delisle; ils s'étaient liés pendant leur séjour simultané en Russie, et il restèrent en correspondance quand Euler eut accepté d'aller s'établir à Berlin. Comme en ce moment on publie les œuvres complètes d'Euler, j'indiquerai ici, pour montrer l'intérêt de la correspondance de Delisle, les lettres qu'il a échangées avec Euler : toutes celles de ce dernier sont autographes.

V. 89 (³). — Saint-Pét., 1736 nov. 13. — Extrait en latin d'une lettre d'Euler à Poleni. Sur le calcul d'une orbite au moyen de trois positions héliocentriques.

V. 90. — Saint-Pét., 1736 nov. 17. — Extrait en latin d'une lettre d'Euler à Marinoni. Même sujet.

VIII. 17. — Saint-Pét., 1741 juin 9-20 (⁴). — Delisle à Euler. Prière de faire collationner la copie des observations de la famille Kirch, etc.

(¹) Voir p. 61 de ce Volume.

(²) Séance du 19 juillet 1915.

(³) Le chiffre romain indique le portefeuille de la correspondance, et le nombre qui suit est le numéro de la lettre dans ce portefeuille.

(⁴) Le premier de ces nombres donne la date dans l'ancien style et la seconde dans le style grégorien.

VIII. 21. — Berlin, 1741 août 24*. — Euler à Delisle. *Manque.*

VIII. 45. — Saint-Pét., 1742 juin 12-23. — Delisle à Euler. Il envoie ses observations de la comète de mars 1742; ayant essayé d'en calculer une orbite parabolique, il a trouvé le calcul fort long et engage Euler à chercher le moyen de résoudre ce problème plus facilement.

VIII, 52^a, 52^b, 52^c. — Berlin, 1742 juillet 21. — Euler à Delisle.

« ...Je reçois assez souvent des lettres de M. Clairaut, mais il ne me marque rien du retour des Messieurs de l'Académie, qui ont été envoiés au Pérou, ni de leur expédition.... A présent il est occupé tout à fait, à ce qu'il m'écrit, à un ouvrage sur la figure de la terre, dans lequel il tâche (*à priori* par les lois d'hydrostatique et d'attraction) de déterminer la véritable figure de la terre. Par rapport à la comète il ne m'a rien mandé, quoique je l'en aie demandé : Vos observations, que Vous avez eu la bonté de me communiquer et dont je Vous suis infiniment obligé, ont été les premières qui m'ont paru propres pour déterminer l'orbite de cette comète. Les observations qu'on a faites ici, dont Vous recevrez un détail de M. Wagner, ne m'ont pas paru faites avec assez de précision, faute d'instruments, car le Roy n'a pas encore entrepris le rétablissement de la Société; et tout est dans le même état très imparfait.... J'ai vu aussi quantité d'observations faites à Halle, Iéna, etc., mais trop grossières et point du tout astronomiques.... »

Il expose ensuite la méthode qu'il a suivie pour calculer les éléments de la comète et il ajoute :

« Mais ces sortes de calculs me fatiguent trop la vûe que je suis obligé de laisser l'exécution à d'autres. Si Vous approuvez Monsieur cette méthode, il Vous sera aisé de l'employer en de pareilles occasions.... »

VIII, 74. — Saint-Pét., 1743 fév. 25. — Delisle à Euler.

VIII, 78. — Berlin, 1743 avril 23. — Euler à Delisle.

« On commence de remettre l'observatoire dans un meilleur état, et de fournir les instrumens nécessaires. On a aussi retrouvé la ligne méridienne que Vous aviés tracée en passant par icy, et sans celle-cy on n'en auroit point du tout. »

VIII, 89. — Saint-Pét., 1743 sept. 7, n. st. — Delisle à Euler. Celui-ci ayant envoyé à Saint-Pétersbourg les observations que Delisle lui avait communiquées, ce dernier a été censuré...; il demande à rentrer en France.

VIII, 96. — Berlin, 1743 déc. 9*. — Euler à Delisle. *Manque.*

VIII, 102. — Saint-Pét., 1744 janv. 4, n. st. — Delisle à Euler. Sur le dernier passage de Mercure, etc.

VIII, 105. — Berlin, 1744 fév. 1. — Euler à Delisle. Il demande des observations de la comète qui paraît actuellement pour calculer une orbite et prédire pendant combien de temps elle sera encore visible. On ne peut faire à Berlin que des observations grossières : l'Académie, qui tire toutes ses ressources de la vente des almanachs, manque d'argent pour acheter des instruments en Angleterre; d'ailleurs on ne saurait trouver de bons astronomes pour le faible traitement qu'on donne.

« L'Observatoire de Saint-Pétersbourg s'est acquis par Vos soins une si grande réputation, qu'on ne sçauroit Vous accorder la permission pour Votre départ, avant que Votre place ne soit remplacée par un digne successeur, ce qui sera une chose extrêmement difficile et peut-être tout à fait impossible.... Je me suis bien trompé quand j'ai cru qu'on mettra la nouvelle Académie sur le même pied que celle de Paris.... »

VIII, 109. — Saint-Pét., 1744 mars 3, n. st. — Delisle à Euler. Sur ses difficultés avec des confrères....

VIII, 114. — Berlin, 1744 avril 2*. — Euler à Delisle. *Manque.*

VIII, 115. — Berlin, 1744 avril 9*. — Euler à Delisle. *Manque.*

IX, 1. — Saint-Pét., 1744 juin 30-juillet 11. — Delisle à Euler. Il le met en garde contre ce que pourraient lui dire Krafft, Heinsius et Gellert qui vont partir et qui se proposent de passer par Berlin; il lui demande les observations que Wagner a faites sur la première des trois comètes de 1743. Il s'occupe d'un chercheur à très grand champ pour les comètes.

IX, 6. — Saint-Pét., 1744 août 21-sept. 1. — Delisle à Euler.

IX, 8^a, 8^b. — Berlin, 1744 sept. 8. — Euler à Delisle. Il a été bien surpris en apprenant qu'en 1743 on a observé trois comètes, et demande des observations pour s'assurer que ce n'est pas la même vue à diverses époques. Pour celle de février, il trouve une orbite hyperbolique très divergente. Il a cherché et trouvé une méthode qui montre, sans faire d'hypothèse, si l'orbite est parabolique ou non. Sur les difficultés académiques à Saint-Pétersbourg.

IX, 10. — Saint-Pét., 1744 sept. 11-22. — Delisle à Euler. Sur les comètes, leurs orbites. L'Astronomie manque d'un Catalogue précis d'étoiles.

IX, 15. — Berlin, 1744 oct. 31*. — Euler à Delisle. *Manque.*

IX, 20. — Saint-Pét., 1745 janv. 5-16. — Delisle à Euler. L'orbite de la

comète de 1729-1730 a été calculée séparément par Delisle et par Euler. Pour les résidus des observations, Euler trouve des nombres bien plus forts que ceux de Delisle; celui-ci fait des objections à la méthode employée par Euler.

IX, 28. — Berlin, 1745 mars 13. — Euler à Delisle. Éclaircissements sur ses calculs.

IX, 30. — Saint-Pét., 1745 mars 16-27. — Delisle à Euler. Il trouve ses explications insuffisantes.

IX, 33. — Berlin, 1745 mai 20*. — Euler à Delisle. *Manque.*

IX, 41[a]. — Berlin, 1745 juin 12. — Euler à Delisle. Sur ses travaux relatifs à la théorie de la Lune. Il doute qu'on calcule jamais le lieu de la Lune à une demi-minute près.

IX, 47. — Berlin, 1745 déc. 21. — Euler à l'Académie. Sur la théorie et les Tables de la Lune (Extrait fait par Delisle).

IX, 48. — Saint-Pét., 1746 janv. 11, n. st. — Delisle à Euler. Il fait demander s'il ne pourrait pas acheter les papiers de Wagner.

IX, 55. — Berlin, 1746 fév. 15. — Euler à Delisle. La durée de l'année va en décroissant à cause de la résistance de l'éther. Effet de cette résistance sur les planètes et sur les comètes.

IX, 60. — Berlin, 1746 mars 15. — Euler à Delisle. Il lui demande son sentiment sur les corrections qu'il a faites aux Tables de la Lune.

IX, 64. — Saint-Pét., 1746 juin 21, n. st. — Delisle à Euler. Il a reçu la copie, faite par les soins de M[lle] Kirch, du rare Traité de Dœrfel.

IX, 69. — Saint-Pét., 1746 août 23. — Delisle à Euler. On dit à Saint-Pét. que Euler va y reprendre son ancienne place, toujours vacante.

IX, 71. — Berlin, 1746 août 16. — Euler à Delisle. Sur ses Tables du Soleil.

IX, 97. — Berlin, 1748 janvier 6. — Euler à Delisle, rentré à Paris. A Saint-Pét. la maison de l'Académie, où était l'observatoire, a brûlé le 16 déc. 1747 n. st. et tout ce qui appartenait à l'Astronomie a péri.

« M. Bernouilli a refusé d'aller à Pétersbourg, mais il y a quantité d'habiles personnes dont je ne l'aurois jamais cru, qui souhaitent de s'engager à l'Académie. M. Kies est sur le point d'occuper votre place, et on le presse pour venir rétablir l'observatoire. »

IX, 115. — Paris, 1748 mai 24. — Delisle à Euler.

IX, 129. — Berlin, 1748 juin 15. — Euler à Delisle.

X, 15[a]. — Paris, 1748 oct. 5. — Delisle à Euler.

X, 26. — Paris, 1748 nov. 5. — Delisle à Euler.

X, 49. — Berlin, 1748 déc. 13. — Euler au maréchal de Schmettau, pour Delisle.

« ... Comme il m'est défendu d'avoir aucun commerce avec M. De l'Isle je prendrai la liberté d'étaler à Votre Excellence mes réflexions sur les demandes de M. Delisle à l'égard de notre observation de l'éclipse du Soleil, en tant qu'elles peuvent contribuer à l'avancement de la Géographie. La circonstance la plus remarquable étoit que dans la représentation du Soleil sur un papier que nous fîmes chez moi dans une chambre obscure par une lunette de 9 pieds, le disque du Soleil, qui remplissoit avant et après l'éclipse exactement le cercle qui étoit décrit sur le papier (dont le diamètre étoit d'un demi-pied environ) commençoit à s'élargir dès que les cornes du Soleil devinrent fort aiguës : car nous vîmes très-distinctement les bouts des cornes s'étendoient au-delà de notre cercle, pendant que le reste du Soleil fût parfaitement compris dans ce cercle. Cet élargissement des cornes duroit jusqu'à l'accomplissement de l'anneau, et alors le disque du Soleil passoit partout très-sensiblement les bords de notre cercle; nous estimâmes cette augmentation du diamètre environ d'une centième partie de l'entier diamètre, car il n'étoit pas possible d'en faire une mesure exacte, à cause des couleurs dont le Soleil étoit bordé. Ce phénomène étant suffisamment constaté, j'en ai tiré cette conséquence assez importante dans l'Astronomie, que la Lune est effectivement environnée d'une atmosphère, mais qui doit être extrêmement déliée. Car comme notre atmosphère produit une réfraction horizontale de 33′, celle de la Lune n'en sauroit causer une que de 15″ ou 20″. De là il s'ensuit qu'une étoile fixe dans le moment qu'elle paroit éclipsée par la Lune, doit se trouver actuellement enfoncée derrière le disque de la Lune jusqu'à 30″ ou 40″; et je croi qu'un habile astronome trouvera aisément moien de s'assurer de cet effet... »

XVI, 15. — Berlin, (1765) nov. 19. — Euler à Delisle.

« Monsieur mon très honoré Ami, Vous n'aurés aucun doute que je n'aye d'abord fait toutes les démarches nécessaires pour procurer à M[r] de Mezieres une place parmi les membres étrangers de notre Académie. Votre recommandation jointe aux plus éclatantes marques de Votre Amitié, dont Vous m'avez toujours honoré, doit sans doute être pour moi le plus puissant motif. Mais depuis la mort de M[r] de Maupertuis, la nomination des membres ne dépend plus de l'Académie....

» L'Académie de Russie se trouve dans l'attente d'une grande reforme. Sa Majesté Imp. a déclaré son dessein de la remettre dans son ancien lustre.... La plus petite pension des professeurs doit être de 1000 Roubles..., on bâtira derrière l'Académie sur la grande place des maisons pour tous les Académiciens. On a besoin de 8 nouveaux membres : 1° un Secrétaire, 2° un Géomètre, 3° un Mécanicien,

4° un Anatomiste, 5° un Botaniste, 6° un Physicien, 7° pour l'histoire naturelle. 8° un Œconome. Je suis chargé de chercher partout d'habiles gens pour ces places, et en cas que vous en connoissiez quelques-uns, je Vous prie de me les indiquer.... »

Une des parties les plus importantes de la correspondance de Delisle est celle qu'il échangea avec les missionnaires d'Extrême-Orient; il en a lui-même résumé ainsi la marche, de 1729 à 1734, dans son portefeuille 146 :

« *Histoire et détails de ma Correspondance avec les Jésuites missionnaires de la Chine et des Indes orientales.* — L'origine de cette correspondance vient d'une lettre que j'ai reçue à Pétersbourg le 14 août 1729 (n. st.) (t. III. 93) du P. Grammatici pour être envoyée au P. Kœgler à Pékin; j'en ai pris copie avant de la lui envoyer (*loc. cit.*) mais je n'ai pu envoyer l'original, avec ma première lettre à la Chine, que le 28 déc. 1730 (t. III. 119). Cette première lettre que j'ai écrite était adressée au P. Kœgler. Je me suis servi pour cela de la voye de M. Lange qui partait pour la Chine ou la frontière. Dans cette première lettre à la Chine j'ajoutais quelques observations à celles que le P. Grammatici envoyait au P. Kœgler, et quelques nouvelles astronomiques, entre autres celles de M. Bradley sur l'aberration des étoiles fixes et celles de M. Bianchini sur les taches de Vénus et la rotation de cette planète sur son axe, etc.

« Enfin j'ai commencé à recevoir à Pétersbourg, le 9 novembre 1733, les premières lettres des missionnaires Jésuites de Pékin (t. IV. 81, 93), savoir une lettre du P. Gaubil... Enfin une lettre du P. Slavisek avec laquelle il m'envoie les mesures qu'il a prises pour le plan exact de Pékin, avec le dessin de cette grande ville pour servir de correction à celui que le P. Souciet avait publié, etc. L'on peut penser mieux que je ne le puis exprimer combien cette petite collection de lettres des missionnaires Jés. de la Chine, que j'ai reçues par la voie de la Russie ou Tartarie m'a fait de plaisir et m'a été utile. Comme il y avait dans ce Recueil des lettres ouvertes du P. Kœgler au P. Grammatici et du P. Gaubil au P. Souciet, à Paris et à M. Bayer, j'en ai pris copie avant de les envoyer et de les remettre... »

Le plan de Pékin dont il est ici question fut publié plus tard par Delisle, avec une description rédigée par Pingré, comme on peut le voir dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* de 1764, p. 158 de l'Histoire.

Par ses relations longtemps poursuivies avec les missionnaires de la Chine et par diverses acquisitions de papiers de Fréret, du P. Souciet, etc., Delisle fut en possession de manuscrits précieux relatifs à l'Astronomie et à la Chronologie chinoises (voir, à l'Observatoire, les manuscrits B 1 10-14 et B 2 1-4), mais il n'en publia rien. C'est là que se trouvaient :

1° Les *Tables et préceptes* pour réduire les jours chinois en jours juliens, imprimés en partie dans la *Connaissance des Temps* de 1809, p. 382-401.

2° Les *Observations chinoises*, de — 147 à 1367, publiées dans la *Connaissance des Temps* de 1810, p. 300-328.

3° Des observations chinoises de solstices, calculées par Laplace pour en déduire l'obliquité de l'écliptique (*Connaissance des Temps* pour 1811, p. 429).

4° L'*Abrégé de l'Histoire chinoise de la grande dynastie des Tang*, par le P. Gaubil, publié par A. I. Silvestre de Sacy en 1814, dans les Volumes XV et XVI des *Mémoires concernant les Chinois* (1).

5° Le *Traité de Chronologie chinoise* du P. Gaubil, publié par de Sacy, Paris, 1814. A ce sujet, J.-B. Biot (*J. des Sav.*, 1839, p. 722, note) dit que la Bibliothèque nationale possède du même Ouvrage un autre manuscrit qui paraît postérieur. C'est peut-être l'original que Delisle remit à de Bougainville; d'ailleurs le P. Berthier reçut un second exemplaire manuscrit de la part du P. Gaubil (2).

De Sacy fit sa publication sur une copie du manuscrit du P. Gaubil, copie faite, croit-il (p. j.), à la Chine même. Cela serait à vérifier, car ce manuscrit utilisé par de Sacy est de la même main que nombre d'autres copies faites pour Delisle.

Signalons encore dans la même collection (B 1, 12, 13) :

Traduction de l'Y-King, en latin, par le P. Régis (*Manque*). Une note dit qu'elle se trouve entre les mains de Biot.

Traduction du Chou-King, en français, par le P. Gaubil.

Traduction du Chi-King, en latin, par le P. La Charme. (*Manque.*)

Astronomie indienne, du P. Du Champ.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Orbitoïdes de l'île de la Trinité.* Note de M. H. Douvillé.

Les Orbitoïdes ont pris depuis quelques années une grande importance pour la détermination de l'âge des terrains.

On sait que ce sont des Foraminifères à test poreux de forme lenticulaire, dans lesquels on distingue une couche médiane où les logettes sont disposées comme chez les Orbitolites.

---

(1) A la page vj du Tome XVI, de Sacy parle d'une écriture qu'il ne connaît pas : c'est celle de Delisle.

(2) Souvent les documents de Delisle sont en deux copies originales parce que, pour éviter les chances de perte, les missionnaires faisaient les envois par deux routes différentes.

Dès 1868 Gümbel a établi une série de genres fondés sur la forme de ces logettes; on peut distinguer à ce point de vue trois groupes principaux, les *Orbitoïdes* (sensu stricto), les *Orthopragmina* comprenant les *Discocyclina* Gümbel et les *Asterodiscus* Schafhäutl, et les *Lepidocyclina*. En 1896, Verbeek constatait que les *Discocyclina* se rencontrent exclusivement en Europe dans l'Éocène, tandis que les *Lepidocyclina* se montrent dans les couches plus récentes, en Amérique dans l'Oligocène, en Italie et en France dans le Miocène. Sans connaître ces travaux j'arrivais à des résultats analogues en 1898 et je concluais que les *Orbitoïdes* (sensu stricto) caractérisaient le Crétacé, les *Orthophragmina* l'Éocène et les *Lepidocyclina* l'Oligocène. Plus tard j'ai montré que les *Orbitoïdes* sont remplacés par les *Orthophragmina* dès le Danien, que ces derniers fossiles disparaissent en Europe à la fin du Bartonien et que les *Lepidocyclina* apparaissent en Europe et dans les Indes orientales à l'époque du Tongrien, caractérisée par leur association avec les dernières Nummulites; leur plus grand développement est dans l'Aquitanien, que les travaux récents ont séparé de l'Oligocène, pour le placer à la base du Néogène. MM. Lemoine et R. Douvillé dans leur importante monographie des *Lepidocyclina* ont fait voir qu'un groupe particulier de petite taille (*Nephrolepidina* H. D.) se prolongeait dans le Burdigalien.

Les Orbitoïdes américains sont moins bien connus. Dès 1863 et 1864 Rupert Jones signalait à la Jamaïque dans le Crétacé à Rudistes, *Orbitoïdes papyracea* et *O. Fortisi* (espèce éocène), et dans le Tertiaire avec des Nummulites, *O. dispansa* et *O. media* (espèce crétacée), ces diverses espèces appartenant pour lui au groupe de l'*O. Mantelli* (c'est-à-dire aux Lépidocyclines). Ces divers noms ont été ensuite reproduits et plus ou moins dénaturés par les paléontologues qui ont suivi. Une faute d'impression (Sawkins 1869) change *O. Fortisi* en *O. Forbesi* et ce nouveau nom vient s'ajouter aux précédents. En 1892 Guppy, dans sa description de l'île de la Trinité, considère ces diverses formes, *dispansa*, *papyracea*, *media* et *Forbesi*, comme des variétés de l'*Orb. Mantelli;* elles sont associées avec *Num. Ramondi* et un curieux fossile sur lequel je reviendrai, qu'il a nommé précédemment *Cisseis asteriscus* et qu'il fait passer dans le genre *Tinoporus*.

Les géologues américains ont continué à négliger l'étude des Orbitoïdes et à ne pas tenir compte des travaux dont ils avaient été l'objet. Dans sa belle monographie des fossiles de la Floride, Dall (1903) constate l'existence de plusieurs niveaux d'Orbitoïdes et signale, dans le calcaire d'Ocala avec les Nummulites, *O. Montelli*, *O. dispansa*, *O. sella*, *O. papyracea* et il se

demande si l'*O. Mantelli* du Jacksonien ne serait pas l'*O. papyracea* (1).

En résumé (2) les seules connaissances précises que nous possédions sur les Orbitoïdes américains sont les suivantes :

Lepidocyclina Mantelli a été créé par Morton en 1833 pour un fossile très commun dans un calcaire de Clayborne; d'après Casey, ce calcaire surmonterait immédiatement les « Clayborne Sands ». Si l'on admet que ceux-ci correspondent à l'Auversien, ce fossile serait Bartonien et non pas seulement Sannoisien comme je l'avais pensé.

Au-dessus dans le Vicksburgien il faudrait placer *Lep. supera* (Conrad sp.) et d'autres espèces qui n'ont pas encore été décrites. Elles sont associées un peu plus haut (Calc. d'Ocala) à des Nummulites, *N. Wilcoxi*, *N. Heilprini*, *N. floridensis*, analogues aux formes qui en Europe caractérisent l'Oligocène.

MM. Lemoine et R. Douvillé ont décrit l'Aquitanien de l'isthme de Panama, *Lep. Chaperi* et *Lep. Canellei*, et ont montré que les Lépidocyclines américaines se distinguaient des espèces de l'ancien continent par un nucleus formé de deux loges subégales. Ce même caractère se retrouve dans le *Lep. Giraudi*, Rob. Douv., du Burdigalien de la Martinique.

L'île de la Trinité a été l'objet de travaux spéciaux; j'ai déjà signalé ceux de Guppy qui a étudié particulièrement et figuré à deux reprises la coupe de San-Fernando où il cite, comme je l'ai dit plus haut, l'association de *Num. Ramondi* avec *O. Mantelli*, *O. dispansa*, *O. papyracea*, *O. media*, *O. Forbesi*, *Tinoporus asteriscus*.

Tout récemment Mlle Carlotta Maury a publié un Mémoire très important sur la Paléontologie du Tertiaire de la Trinité. Elle distingue deux niveaux à Orbitoïdes : un supérieur, celui de San-Fernando qu'elle place dans l'Oligocène inférieur, et un inférieur, de Soldado, attribué à l'Éocène; dans ce dernier M. Bagg cite *Orb. papyracea*, *O. aspera* Gümbel (*Faujasi*), *O. Mantelli?* et *Tinoporus baculatus;* les déterminations génériques ne sont pas précisées, de sorte que ce niveau reste incertain (3).

---

(1) C'est précisément le niveau d'où provient le type de l'*O. Mantelli*, et il ne peut être question de voir dans cette citation d'*O. papyracea* une allusion au genre *Orthophragmina* comme semble l'avoir supposé Haug dans son Traité de Géologie; c'est sur cette simple présomption que les *Orthophragmina* sont cités à ce niveau dans le Tome 2, page 1523 de la 1re édition.

(2) Voir H. Douvillé, *Les couches à Lépidocyclines dans l'Aquitaine et la Vénétie* (*Bul. Soc. géol. de France*, 4e série, t. 7, 1907, p. 473).

(3) *O. Faujasi* est une forme crétacée, *O. Mantelli* est une Lépidocycline; nous

Pour être complet il faut ajouter qu'en 1892, à la suite du Mémoire de Guppy, Vaughan Jennings (*Q. J.*, t. 48, p. 541) a mentionné qu'il avait reçu de la Trinité des *Orthophragmina* associés à des fossiles paraissant les uns crétacés, les autres miocènes.

On voit combien toutes ces indications manquent de précision. J'ai pu récemment arriver à de meilleurs résultats, grâce à une série d'échantillons qui m'ont été communiqués par le Dr Tobler de Bâle, à la suite d'une exploration qu'il a faite personnellement dans cette île.

J'examinerai tout d'abord les échantillons provenant de la coupe de San-Fernando, dont il a été question plus haut; d'après M. Tobler, cette coupe aurait été schématisée par Guppy et la tectonique de la région ne serait pas encore complètement éclaircie. Les échantillons recueillis par M. Tobler proviennent de Point Bontour, sur la côte (couche n° 7 de Guppy), et se détachent facilement de la roche. Ce sont :

1° De petites Nummulites dont le diamètre atteint généralement 2^{mm} et sur lesquelles on distingue des filets fortement recourbés en arrière, et se dessinant en saillie sur la surface; ils se rapportent très probablement à *N. Heilprini* Hautken;

2° Des Orbitoïdes lenticulaires, atteignant 7^{mm} à 8^{mm} de diamètre et présentant à la surface de fines pustules qui augmentent d'importance vers le milieu; la section montre que c'est une Lépidocycline; c'est une espèce nouvelle qui, d'après sa forme et ses dimensions, se rapproche de *L. supera* Conrad;

3° Des formes étoilées, généralement à cinq branches, qui sont bien certainement ce que Guppy a nommé *Tinoporus asteriscus*. La coupe médiane montre qu'il n'y a aucune trace de l'enroulement spiral qui caractérise ce dernier genre : la forme et la disposition des logettes sont exactement celles des *Orthophragmina* et en particulier celles du genre *Asterodiscus* Schafhäutl. Cette espèce, qui devra donc s'appeler *Asterodiscus asteriscus* (Guppy 1866), est extrêmement voisine de l'*Orth. asteriscus* Kaufman (Pilatus 1867) de l'Éocène de la Suisse, et de certaines variétés d'*Ast. stellata* figurées par Gümbel.

L'association des Nummulites (*N. Heilprini*) et des Lépidocyclines

---

verrons plus loin que les fossiles nommés *Tinoporus* à la Trinité sont des *Orthophragmina;* s'il en est ainsi le niveau à Orbitoïdes de Soldado serait d'un âge peu différent de celui de San-Fernando, et par suite tongrien.

caractérise bien ce niveau comme tongrien; il est extrêmement intéressant de constater que les *Orthophragmina* ont continué à vivre à cette époque en Amérique, tandis qu'ils avaient disparu dans l'ancien continent.

Nous retrouvons une association analogue dans la chaîne du Sud : à la source de la Stone 39 river (25^{km} environ au nord-ouest de la pointe sud-est de l'île), un calcaire grisâtre poreux, très fossilifère par places, renferme *Num. floridensis* associé à deux Lépidocyclines dont l'une est *L. Mantelli* et dont l'autre est nouvelle. Mais en outre, on observe dans la roche d'assez nombreux échantillons d'*Orthophragmina* (*Asterodiscus*) *stellata*. Les coupes naturelles sont fréquentes et ne peuvent laisser aucun doute. En outre, le mode de conservation de tous ces fossiles est exactement le même et exclut toute possibilité de remaniement. Ce gisement est peut-être un peu plus ancien que celui de San Fernando, mais il doit cependant être également attribué au Tongrien.

Dans le voisinage, à la source de la rivière Navett, un calcaire présente également *Num. floridensis* associé à des *Lépidocyclines* dont une forme est pustuleuse.

La localité précédente (Stone 39 river) a fourni une deuxième série d'échantillons, recueillis également dans une localité située un peu plus à l'Ouest (Lizard's spring East, ravin Djalan). Cette roche est constituée par une sorte de poudingue presque entièrement formé de *Lithothamnium* et de Foraminifères, Nummulites et Orbitoïdes : les Nummulites sont des radiées de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre, du type mégasphérique; elles ressemblent beaucoup à *Num. striatus* et il paraît difficile de les en distinguer. Les Orbitoïdes sont des *Orthophragmina* présentant les uns tous les caractères de l'*O. varians* et d'autres ceux de l'*O. Archiaci*. Cette couche est donc franchement éocène et elle est vraisemblablement auversienne et intercalée dans le Claibornien.

M. Tobler a recueilli à San-Fernando, dans la couche n° 8 de Guppy, des calcaires assez peu fossilifères ayant la même faune que celle des localités précédentes (*Orthophragmina varians* et petites *Nummulites*).

Les niveaux supérieurs sont du reste également représentés dans cette même chaîne du Sud. M. Tobler a recueilli plus à l'Ouest, dans la carrière de Morne Diablo, des calcaires à *Lithothamnium* renfermant plusieurs espèces de Lépidocyclines dont une pustuleuse; un calcaire, analogue à *L.* cf. *Chaperi*, provient d'une localité dénommée « Cortez trace ». Ces échantillons où les Nummulites font défaut sont tout à fait comparables aux calcaires aquitaniens du haut Chagres.

Ajoutons, pour compléter la coupe de la Trinité, que les couches burdi-

galiennes à *Turr. tornata* ont été signalées sur le prolongement vers l'Ouest des couches tertiaires, à Cumana (Vénézuela), et que le Lutétien à *Cardita densata* Conrad (*Cardita planicosta* auct.) est bien développé dans l'île même.

En résumé deux faits importants résultent de cette étude :

1° Il existe à la Trinité des couches éocènes (probablement auversiennes) caractérisées par des *Orthophragmina* et des *Nummulites*, qui paraissent se rattacher spécifiquement aux formes européennes ;

2° Les *Orthophragmina* ont continué à exister en Amérique avec les dernières *Nummulites*, après l'apparition des premières *Lepidocyclines*, pendant l'Oligocène; elles sont représentées par des formes rayonnées appartenant au genre *Asterodiscus* Schafhäutl 1863 (*Asterocyclina* Gümbel 1868).

J'ai essayé de résumer dans le Tableau ci-dessous nos connaissances actuelles sur les couches à Orbitoïdes de l'île de la Trinité :

Néogène.

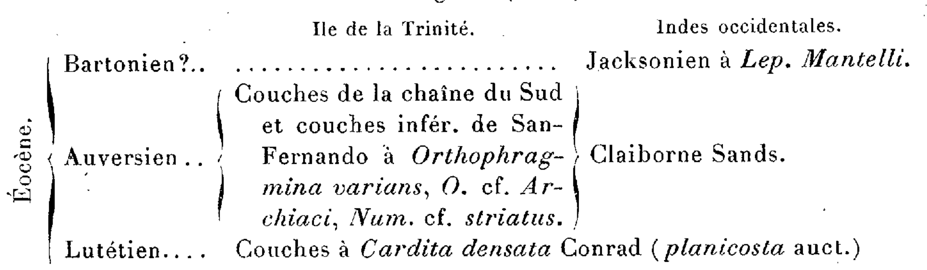
		Ile de la Trinité.	Indes occidentales.
Miocène.	Burdigalien.	Couches de Cumana à *Tur. tornata*.	Couches de Gatun à *T. tornata*. Couches de la Martinique à *Tur. tornata* et *Lep. Giraudi*.
	Aquitanien..	Calc. de Morne Diablo à Lépidocycline pustuleuse. Calc. de Cortez trace à *Lep.* cf. *Chaperi*.	Couches du canal de Panama à *Lep. Canellei*. Calc. du haut Chagres à *L. Chaperi*. Couches de Tampa à *Orbiculina floridana* (¹).

Éogène.

		Ile de la Trinité.	Indes occidentales.
Oligocène.	Chattien et Tongrien...	Couches de San-Fernando à *Lep.* cf. *supera*, *Orthophragmina asteriscus*, *N. Heilprini*.	Calc. d'Ocala à *Lépidocyclines*, *Num. Heilprini*, *Num. floridensis*.
	Sannoisien..	Couches de la chaîne méridionale à *Lep. Mantelli*, *Lep.* sp., *Orth. stellata*, *N. floridensis*.	Calc. à Orbitoïdes de la Floride. Calc. de Vicksburg à *L. supera*.

(¹) Ce fossile a été décrit comme Nummulite par Conrad, puis attribué par d'Orbigny aux Cristellaires et par les auteurs récents aux Orbitolites; il est, en effet, enroulé dans le jeune comme les Nummulites et les Cristellaires et dans l'adulte devient à croissance annulaire. (Voir les figures données par Dall, *Orthaulax zone*, *Pl.* 20 et 21.) C'est précisément le caractère des Orbiculines. Sauf l'échelle, il y a identité entre la figure de l'*Orb. adunca*, in CARPENTER, *Pl. VIII*, *fig.* 5 et celle que Dall a donnée, *Pl.* 21, *fig.* 11, pour l'*Orbitolites floridanus*.

Éogène (suite).



		Ile de la Trinité.	Indes occidentales.
Éocène.	Bartonien ?..	....	Jacksonien à *Lep. Mantelli*.
	Auversien ..	Couches de la chaîne du Sud et couches infér. de San-Fernando à *Orthophragmina varians*, *O.* cf. *Archiaci*, *Num.* cf. *striatus*.	Claiborne Sands.
	Lutétien....	Couches à *Cardita densata* Conrad (*planicosta* auct.)	

GÉOLOGIE. — *Sur les complications tectoniques de la partie sud-est des Basses-Alpes (région de Castellane).* Note de MM. **W. Kilian** et **Antonin Lanquine**.

En vue de la préparation de la feuille d'Avignon, au $\frac{1}{320000}$, de la Carte géologique de la France, nous avons fait séparément, depuis plusieurs années, un certain nombre d'observations dans la partie sud-est des Basses-Alpes. Dans le but de comparer ces études et pour arriver à une compréhension satisfaisante des accidents compliqués, figurés par M. Ph. Zürcher sur la première édition de la feuille de Castellane au $\frac{1}{80000}$, nous avons effectué, en commun, quelques courses dans cette région. Les recherches ainsi faites nous conduisent à une interprétation tectonique des environs de Castellane qui se trouve, d'ailleurs, en parfait accord avec l'interprétation de même ordre donnée précédemment par M. Léon Bertrand et l'un de nous (¹) pour la partie adjacente des Alpes-Maritimes, et par l'autre pour la tectonique de la Basse-Provence (²).

L'étude attentive des accidents, de direction générale WE, qui se trouvent au sud et à l'est de Castellane, révèle, entre autres particularités, l'extension d'une grande nappe de terrains secondaires charriés, d'origine pyrénéo-provençale, ultérieurement remaniée, rompue et *reprise* par des poussées alpines plus ou moins accentuées qui ont déterminé des accidents généralement dirigés NW-SE. Plusieurs conséquences résultent de cette rencontre des deux systèmes de plissement :

(¹) Léon Bertrand et Antonin Lanquine, Cf. *Comptes rendus*, t. 156, 16 juin 1913, p. 1857; t. 158, p. 376, 2 février 1914; t. 158, 18 mai 1914, p. 1460.

(²) W. Kilian, *C. rend. Collab.* in *Bull. Serv. Carte géol. de la France*, n° 110, 1906, p. 171.

1° La rupture de la nappe et sa segmentation en plusieurs séries d'anticlinaux jurassiques (faux synclinaux) et de synclinaux crétacés de plus ou moins d'importance;

2° Une disposition en gradins, pour ainsi dire, des divers segments échelonnés du Sud au Nord et disposés, en quelque sorte, *en cascade;*

3° Au voisinage de la partie frontale, en certains points, les segments de la nappe ont été *chavirés*, sous l'influence des poussées alpines, ce qui exagère la disposition déjà plongeante des digitations les plus avancées vers le Nord;

4° En s'éloignant de la partie frontale, vers le Sud, on peut observer, au contraire, des ondulations de la nappe dont les ruptures méridionales témoignent d'assez faibles répercussions alpines et dont la direction arrive à épouser presque complètement celle du mouvement provençal antérieur; des accidents transversaux (au sud de Rougon) sont en outre attribuables à cette phase orogénique préoligocène.

Le maximum de complications se trouve réalisé aux abords mêmes de la ville de Castellane. En effet, plusieurs chevauchements s'y montrent, dont la netteté ne peut faire de doute, mais dont l'analyse est délicate. Les observations que nous avons faites sur les contacts qui limitent de toutes parts le massif Destourbes-Le Roc, dont la continuité d'une rive à l'autre du Verdon est évidente, ainsi que l'avait vu M. Ph. Zürcher, établissent, selon nous, la possibilité de rattacher à la nappe, comme un repli de son front, cette montagne formée par un anticlinal jurassique à noyau triasique, fortement couché vers le Nord. La disposition plongeante au Nord-Est (en *faux synclinal*) de la partie septentrionale de Destourbes est accentuée par l'avancée alpine, en sens contraire, du grand pli de la Blache dont le Trias se montre, derrière le Roc, en recouvrement sur les calcaires tithoniques qui forment l'abrupt supportant la chapelle, au-dessus du Verdon. Ce Jurassique supérieur de la nappe est entouré, au Nord, par une sorte de gaine d'Éocrétacé dans laquelle il s'enfonce. Notons, en passant, qu'immédiatement au nord du Roc et en amont du petit torrent de la Jaby, se montrent, le long du contact anormal, deux affleurements de marnes noires aptiennes directement surmontés, le premier par le Lias inférieur et le Trias, le second par le Jurassique supérieur du chevauchement alpin de la Blache. Cet Aptien, d'ailleurs réduit, fait partie du Crétacé qui succède normalement au Tithonique du Roc sur la rive droite du Verdon. A l'Ouest et au Sud, la partie axiale visible de la digitation plongeante de Destourbes est jalonnée par du Trias supérieur, gypses et cargneules, jusqu'à Eoulx. A la sortie de ce village, sur le chemin de la Garde, une zone très broyée sépare le complexe Hettangien-Trias, en recouvrement, du Crétacé recouvert. Dans la direction de Rayau, une portion du flanc inverse subsiste sous le Trias et la reprise alpine, qui causa la rupture de l'anticlinal de Destourbes, a produit même un léger chevauchement vers le Sud sur les formations lattorfiennes.

Mais, au nord-est de Destourbes, un remarquable accident, celui de la montagne qui domine la Garde, met en évidence l'allure plongeante (en faux synclinal) d'une digitation plus avancée encore du front de la nappe qui a, pour ainsi dire, escaladé la précédente. Cette digitation forme un anticlinal très aigu, dirigé WSW-ENE, bordé au Nord et au Sud par des bancs verticaux du Jurassique supérieur. Le renversement complet de cet anticlinal fait enfouir presque verticalement sa charnière dans un grand synclinal crétacé dont les couches emboîtées, depuis le Valanginien jusqu'au Cénomanien, se montrent en continuité évidente de part et d'autre de cette charnière et nettement *sous elle*. Nous avons saisi avec précision le côté très démonstratif de cet accident en comparant les plongements des couches du synclinal crétacé, plongement sud à la Lagne, plongement nord à la chapelle Saint-Sébastien et à la Garde, dont l'inclinaison bien moins accentuée contraste avec le pendage vertical des bancs de l'anticlinal frontal de la nappe. On arrive ainsi à la notion que la digitation de la Garde *flotte* sur les couches crétacées avec lesquelles elle est venue en contact et dans lesquelles s'enfonce également en *faux synclinal* la charnière de Destourbes.

A l'Ouest, au voisinage du grand contour de la route de Grasse, près du point 940, les bancs verticaux du Jurassique, depuis le Tithonique jusqu'au Lias, le tout extrêmement réduit, viennent couper la route et se terminer en biseau au-dessus du Crétacé du vallon de la Lagne. Vers l'Est, derrière la Garde, le Trias gypseux axial, très froissé, de la digitation vient au contact du Crétacé inférieur qui lui est subordonné. Plus à l'Est encore, dans les petits ravins que franchit la route, après le ravin principal de la Garde, une lame de Trias gypseux, qui semble en relation avec le précédent, sépare cette fois un Hauterivien très redressé, appartenant vraisemblablement au flanc sud de la digitation, d'un Cénomanien plongeant régulièrement au Nord, sur lequel il s'appuie en discordance mécanique. Entre ces deux points, où affleure ainsi le Trias qui jalonne les contacts anormaux des deux séries, se place un curieux accident, de dimensions réduites, qu'il convient selon nous de rattacher à un repli secondaire ayant amené une torsion de certains fragments déchirés du noyau anticlinal plongeant. Cet accident fait apparaître une mince bande de Trias et d'Hettangien, redressé verticalement et très laminé, au contact du Crétacé charrié et des bancs sous-jacents. Sur le flanc sud du massif, à l'est de la Garde, un autre accident semble indiquer l'existence d'une digitation, plus élevée encore, ayant amené une lame tithonique sur le Crétacé de ce flanc méridional.

Les observations que nous avons poursuivies vers le Sud-Est, entre la Bâtie et Malamaire, montrent l'enfoncement constant des couches cénomaniennes, sur lesquelles repose le hameau du Mousteiret, sous le Jurassique supérieur et le Berriasien situés plus au Nord. Ce Jurassique se raccorde, vers la limite orientale de la feuille de Castellane, avec la série rattachée, sur la feuille de Nice [1], au front de la grande nappe (région du Cheiron et de Végay). Une lame de mylonite existe d'ailleurs au nord de Malamaire, au contact du chevauchement vers le Sud déterminé évidemment par la *reprise alpine* de la partie frontale.

---

[1] Cf. Léon Bertrand et Antonin Lanquine, *Nouvelles observations sur la tectonique du sud-ouest des Alpes-Maritimes* (*Comptes rendus*, t. 158, 18 mai 1914, p. 1460).

La traversée de cette région septentrionale de la nappe, depuis Malamaire jusqu'aux points élevés de la vallée de l'Artuby, aux environs de la Foux, permet d'observer, en même temps qu'un abaissement d'axe du repli frontal vers l'Ouest, une sorte d'*encapuchonnement* des couches crétacées inférieures qui recouvrent et enveloppent le Jurassique supérieur (calcaires blancs) de la nappe et s'enfoncent dans le Crétacé inférieur moins néritique qui appartient au synclinal situé au Nord.

Parfois les couches crétacées (autochtones ou appartenant à une nappe provençale moins élevée, ou à une duplicature plus interne) sur lesquelles reposent ainsi les segments conservés de la série secondaire du charriage provençal, ont été elles-mêmes plissées d'une manière énergique, comme on peut s'en rendre compte en quelques points. Entre le Mousteiret et le Logis-du-Pin, ou au voisinage du hameau de la Doire, par exemple, les bancs turoniens sont extrêmement redressés. Ces plissements doivent, en partie, leur origine à l'avancée de la masse charriée, mais les reprises alpines qui ont morcelé l'étendue primitive de la nappe ont accentué encore les replis du substratum.

Ce phénomène est particulièrement net entre le Logis-du-Pin et la Bastide. Là, de part et d'autre de la dépression que suit la route entre les montagnes de Brouis et de la Chens, le Jurassique supérieur de la nappe se montre en quelque sorte tuyauté au-dessus d'un ensemble crétacé, lui-même très ondulé et apparaissant *en fenêtre* sous le Jurassique. Vers le Sud les couches supérieures du substratum se complètent et l'Éocène lacustre apparaît à son tour, plongeant nettement, à l'Ouest, sous le Jurassique de Brouis.

En offrant à l'Académie son Ouvrage : *France et Allemagne*, M. **Edmond Perrier** s'exprime ainsi :

Le Volume que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie est la réunion d'un certain nombre d'écrits relatifs principalement aux rôles respectifs de la Science allemande et de la Science française et à l'évolution de la mentalité allemande sous l'influence de certains de ses philosophes et de ses savants. Il s'est trouvé qu'à l'aide de quelques compléments ces écrits ont pu être combinés de façon à fournir un Livre homogène dans lequel j'ai été heureux de pouvoir présenter un parallèle entre les aspirations élevées de la Science française et le côté trop souvent pratique de la Science allemande. Certes, il y a dans la façon dont les Allemands ont industriellement organisé l'exploitation de découvertes françaises beaucoup à prendre, mais cela ne fait qu'augmenter le mérite des auteurs désintéressés de ces découvertes à qui je me suis efforcé de rendre justice.

PLIS CACHETÉS.

M. **H. Gibert** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 12 juillet 1915 et inscrit sous le n° 8253.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à un *Dispositif intéressant la Défense nationale.*

Conformément au désir de l'auteur, cette Note, ainsi qu'une addition adressée en ce jour, est transmise à la Commission de Physique.

CORRESPONDANCE.

M. **Rabut** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Mme **A. Chatanay** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari, mort au champ d'honneur.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Volumes VI, VII, VIII (2e série) des *Atti dell' Istituto botanico dell' Università di Pavia*, rédigés par M. Giovanni Briosi.

PHYSIQUE. — *Pression interne dans les gaz. Influence de la température.* Note (1) de M. **A. Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une précédente Note (2), j'ai montré que la pression interne dans les gaz varie avec la température, et que cette variation est fort mal représentée par les formules de Clausius et de Sarrau. Ces conclusions résultaient

(1) Séance du 19 juillet 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 179; voir aussi *ibid.*, p. 51.

de l'étude du gaz sulfureux entre 0° et 200°. J'ai repris cette étude au moyen de formules plus directes, et suivi le phénomène jusqu'à 1000°, ce qui m'a conduit à une loi particulièrement simple que je donnerai plus loin.

Suivant la notation adoptée dans la Note précitée, la pression interne à T° sous la pression p^{cm} est représentée par [1]

$$(1) \qquad \varpi = p(\beta T - 1) = pe(Z + eU),$$

si l'on pose

$$Z = \chi \frac{\partial z}{\partial \chi} - z \qquad \text{et} \qquad U = \chi \frac{\partial u}{\partial \chi} - 2u.$$

On a donc

$$(2) \qquad \frac{\varpi}{\Pi} = e^2(Z + eU).$$

Bien que les résultats auxquels nous parviendrons soient tout à fait généraux, en raison de l'origine des formules sur lesquelles on s'appuie, il est commode de considérer un cas concret. Me réservant de donner ailleurs de plus amples développements, je considérerai le cas du gaz sulfureux pris à 0° sous la pression de $78^{cm},5$ ($e_0 = 1$), c'est-à-dire dans des conditions assez voisines de la liquéfaction, et je le porterai successivement jusqu'à 1000°, *à volume constant* [2].

La pression qui était p_0 à T_0° devient p à T°, et comme

$$M p_0 v_0 = R T_0 \varphi_0 \qquad \text{et} \qquad M p v_0 = R T \varphi,$$

on a

$$\frac{p}{p_0} \quad \text{ou} \quad \frac{e}{e_0} = \frac{T\varphi}{T_0 \varphi_0},$$

φ désignant le volume moléculaire relatif du gaz à T° sous la pression p. On calcule φ par approximations successives en prenant d'abord $e = e_0 \frac{T}{T_0}$, etc.

Voici, d'une part, les données prises sur mes courbes expérimentales, et,

---

(1) Je rappelle que $e = \frac{p}{\Pi}$, p étant la pression en centimètres de mercure et Π la pression critique en atmosphères, et que χ est l'inverse de la température réduite. z et u sont des fonctions de χ dont j'ai donné les expressions; toutes deux s'annulent pour $\chi = 0$, et u est très petit pour $\chi \leqq 1$. Les deux formules ont été établies pour $e \leqq 3$; leur exactitude est compromise si l'on dépasse trop cette limite.

(2) Il serait illusoire de poursuivre au delà; car on voit aisément que si la pression interne peut être calculée à 1 ou 2 pour 100 près à 0°, l'erreur relative augmente à mesure que la température s'élève et peut bien atteindre déjà 10 pour 100 à 1000°.

d'autre part, les valeurs de $\frac{\varpi}{\Pi}$ obtenues au moyen de la formule (2), ainsi que celles de $\frac{\varpi}{\Pi} \times T$.

t.	χ.	$z.10^4$.	$u.10^4$.	$Z.10^4$.	$U.10^4$.	$\frac{\varpi}{\Pi}.10^4$.	$\frac{\varpi}{\Pi}T$.
0°....	1,573	227	7,7	609	29	638	17,4
100....	1,151	74,4	0,7	185	6	370	13,8
200....	0,908	32,7	−0,1	79,6	−0,5	245	11,6
400....	0,638	9,2	0	26,4	−0,1	166	11,2
600....	0,492	3	0	13	0	140	12,2
800....	0,400	0,3	0	7,5	0	120	12,9
1000....	0,337	−0,9	0	5	0	114	14,5

On voit que la pression interne diminue rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement, et si l'on construit la courbe $\varpi = f(\chi)$ on constate sans la moindre hésitation que, lorsque χ tend vers zéro (c'est-à-dire quand T augmente indéfiniment), ϖ tend vers une limite finie et non vers zéro comme l'indiquent les formules de Clausius et de Sarrau.

Comme on pourrait craindre que cette conclusion ne fût due à l'inexactitude des données, j'insiste sur sa démonstration. On voit par le Tableau ci-dessus qu'aux températures très élevées la seule donnée expérimentale jouant un rôle est Z. z tend vers zéro (par les valeurs < 0) et φ vers 1. Or, il n'est pas douteux que le développement polynome

$$z = a\chi + b\chi^2 + c\chi^3\ldots$$

puisse représenter exactement z pour les petites valeurs de χ si les coefficients ont des valeurs convenables. Alors

$$Z = \chi\frac{\partial z}{\partial \chi} - z = b\chi^2 + 2c.\chi^3\ldots.$$

D'autre part,

$$e = \frac{e_0}{\varphi_0}\frac{T}{T_0} = \frac{e_0}{\varphi_0}\frac{\chi_0}{\chi},$$

de sorte qu'à la limite ($\chi = 0$) on a

$$e^2 Z = \left(\frac{e_0\chi_0}{\varphi_0}\right)^2 b$$

et b n'est certainement pas nul.

La dernière colonne du Tableau montre que le produit ϖT, qui devrait être constant d'après la formule classique de Clausius, passe par un minimum vers $\chi = 0,7$. Il augmenterait indéfiniment avec T. On verrait de même que ϖT^2 passe par un minimum vers $\chi = 1,4$.

Les diverses *formules classiques donnant des résultats* tout autres, c'est-à-dire *très inexacts*, il importait de trouver une *formule représentant les nombres obtenus avec la précision dont ils sont susceptibles.* En voici une très simple :

$$\frac{\varpi}{\Pi} = A\, a^{\chi} \tag{3}$$

qu'on peut écrire

$$\frac{\varpi}{\Pi} = A \cdot 10^{\frac{\alpha}{T}}$$

si $\alpha = \Theta_{cr.} \log a$, ou enfin

$$\varpi = \frac{B}{v^2}\, b^{\frac{1}{T}}. \tag{4}$$

Le Tableau ci-dessous a été calculé avec $A = 67{,}5 \cdot 10^{-4}$ et $\log a = 0{,}625$:

$t.$	$\frac{\varpi}{\Pi}$ exp.	$\frac{\varpi}{\Pi}$ calc.	Écart pour 100.
0°	$638 \cdot 10^{-4}$	$649 \cdot 10^{-4}$	+1,7
100	370	354	−4,3
200	245	249	+1,6
400	166	169	+1,8
600	140	137	−2
800	120	120	0
1000	114	110	−4

On voit que la représentation est excellente, sauf peut-être en ce qui concerne le deuxième nombre.

Il reste à examiner les relations des coefficients A et a avec les données critiques et à introduire cette représentation de la pression interne dans l'équation d'état. Je reviendrai en même temps sur la question des groupes.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'origine de quelques accidents de la couronne des molaires d'éléphants : champ de dentine, lames pseudocunéiformes, figures géminées et pseudogéminées, îlots géminés.* Note [1] de M. **Sabba Stefanescu.**

I. Sous le nom de *champ de dentine* je désigne la surface unie, ou parsemée d'îlots de différentes formes, qu'on rencontre souvent à la partie distale de la couronne des molaires d'éléphants.

---

[1] Séance du 12 juillet 1915.

L'origine de ces îlots connus depuis longtemps n'a pas intéressé les auteurs. Mes recherches m'ont conduit au résultat qu'ils sont des fonds de vallées et des crêtes radicales atteintes par l'usure de la couronne. On peut constater facilement que leur position correspond à la position des vallées et non à celle des lames; qu'ils sont remplis de cément comme les vallées elles-mêmes et qu'ils sont enfoncés dans la dentine comme des coins, exactement comme le sont les crêtes radicales. Leur aspect varié dépend de l'usure plus ou moins profonde de la couronne et des irrégularités plus ou moins prononcées des fonds des vallées et des crêtes radicales.

II. Très rarement dans la couronne des molaires d'éléphants on rencontre des lames plus courtes que les lames complètes et plus longues que les lames cunéiformes et pour lesquelles j'emploie l'appellation de *lames pseudocunéiformes*.

Personne, à ma connaissance, ne s'est encore demandé : quelle est l'origine de ces lames incomplètement développées? A la suite de mes recherches, je suis arrivé à cette conclusion :

Très rarement une lame complète à son origine se développe ultérieurement comme lame incomplète, parce que la partie externe d'un des deux tubercules congénères dont elle est formée s'atrophie et subit un arrêt de développement plus ou moins marqué. C'est le cas des lames incomplètes des deux molaires d'éléphant de ma collection et aussi, je crois, des deux molaires figurées l'une par Owen (¹) et l'autre par Falconer et Cantley (²).

Trois caractères essentiels différencient les deux catégories de lames *cunéiformes* et *pseudocunéiformes*, à savoir :

1° La cunéiforme est exactement la moitié d'une lame complète, tandis que la pseudocunéiforme est plus longue que la moitié de cette même lame;

2° La cunéiforme est située ou à droite ou à gauche du plan de symétrie bilatérale de la couronne, de sorte qu'elle n'est pas coupée par ce plan, tandis que la pseudocunéiforme est située toujours de telle façon qu'elle est coupée par ce même plan;

3° Sur la face radicale de la couronne, la cunéiforme est indiquée par la présence d'une demi-crête, tandis que la pseudocunéiforme est limitée antérieurement et postérieurement par une crête bilobée, exactement comme la lame complète.

On conçoit facilement que, si les parties externes des deux tubercules

(¹) *A History of fossil Mammals and Birds*, p. 239 (*fig.* 93).

(²) *Fauna antiqua sivalensis*, part II, plate 18 (*fig.* 3 *a*).

congénères de la lame complète s'atrophient et subissent à la fois un arrêt de développement, la lame complète, à son origine, se développe ultérieurement comme pseudocunéiforme, située au milieu de la largeur de la couronne. C'est le cas, je crois, de la pseudocunéiforme que présente la molaire d'*Elephas meridionalis* figurée par Pohlig (¹).

III. En 1888, Hans Pohlig a distingué, sous le nom de *figures géminées* (geminale Figuren), les deux figures presque égales, situées dans la même ligne droite sur le bord triturateur usé, correspondant chacune à une moitié de lame. Quant à l'origine de ces figures, il s'est contenté de constater « qu'avant d'être complète la figure complète montre d'abord trois (ou deux) parties » (²).

En 1912, Wolfgang-Soergel est arrivé à la conclusion que chaque lame dentaire d'éléphant est formée de trois piliers (3 Pfeiler), mais il ajoute « que la dernière lame et souvent aussi le talon proximal ne montrent pas habituellement les trois piliers » et « qu'il y a ainsi seulement deux piliers développés ». Soergel affirme que l'origine de ces deux piliers est due à la pression que les molaires postérieures exercent sur les molaires antérieures pendant la durée de leur croissance; d'après lui, cette pression provoque la dislocation et la division des lames postérieures en deux parties (³).

Mes recherches m'ont conduit aux résultats, tout à fait différents, que voici :

Les trois figures constatées par Pohlig et les trois piliers dont parle Soergel sont produits par l'usure de quatre tubercules de deuxième ordre, dont deux internes et deux externes; mais ici, il y a à distinguer :

1° Si les deux tubercules internes sont fusionnés complètement par leurs côtés et les deux tubercules externes restent isolés, la lame dentaire paraît être formée de trois parties ou piliers; dans ce cas, l'usure des quatre tubercules produit seulement trois figures.

2° Mais si tous les quatre tubercules restent isolés, l'usure produit quatre figures, dont deux internes plus petites que les deux externes.

(¹) *Dentition und Kraniologie des* Elephas antiquus, p. 219 (*fig.* 37 *b*).

(²) *Ibidem*, p. 142-143.

(³) Elephas trogontherii *Pohlig* et Elephas antiquus *Falconer*, *ihre Stammesgeschichte*, etc., p. 7, 10, 13 et 14.

Il arrive quelquefois que trois des quatre tubercules de deuxième ordre (deux internes et un externe) sont fusionnés ensemble et forment un gros pilier, tandis que le quatrième (externe) reste isolé et forme à lui seul un second pilier plus petit. Dans ce cas, l'usure produit deux figures très inégales, distinguées par Pohlig sous le nom de *figures pseudogéminées* (pseudogeminale Figuren).

Cinq, six ou un plus grand nombre de figures sont produites par l'usure des tubercules de différents ordres, le plus souvent supérieurs au deuxième, isolés ou fusionnés d'une manière variable et à peu près spéciale à chaque lame.

Il ne faut pas confondre les figures géminées avec les figures qui leur ressemblent en apparence et qu'on rencontre parfois situées sur le champ de dentine; ces dernières sont des îlots remplis de cément (1). En raison de leur origine, pour les distinguer, j'emploie la dénomination d'*îlots géminés*.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les analogies du Haut Atlas marocain et de l'Atlas saharien*. Note (2) de M. LOUIS GENTIL.

J'ai montré, dans une série de Notes ou de Mémoires (3), qu'il y a continuité tectonique entre le Haut Atlas marocain et la suite de massifs plissés qui, à la bordure du Sahara, forment ce qu'on désigne souvent sous le nom impropre de chaîne saharienne : l'*Atlas saharien*.

J'ai, en effet, révélé l'analogie frappante des plis jurassiens du Haut Atlas et de ceux qui, plus à l'Est, nous sont bien connus par les beaux travaux de Ritter et de Flamand. Puis j'ai montré que les relations de contact des divers massifs, qui, par leur juxtaposition et le relaiement de leurs faisceaux de plis, constituent l'Atlas saharien, se retrouvent identiquement entre le Haut Atlas oriental et le massif des Ksour, là où s'établit le passage du

(1) LEITH ADAMS, *Dentition and osteology of* Elephas primigenius (*Pl. XI, fig.* 2).

(2) Séance du 26 juillet 1915.

(3) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1465; t. 154, 1912, p. 1011, 1191, etc.

grand relief marocain à la suite des hauteurs qui bordent le Sahara, au sud des Hauts Plateaux algériens.

Enfin, j'ai émis l'hypothèse que le Haut Atlas lui-même peut comprendre deux parties distinctes dont l'une, occidentale, a son culminant au Djebel Tamjout; dont l'autre, orientale, est dominée par le pic élevé de l'Ari Aïachi. Dans cette conception, des plis en coulisses nés dans les vastes régions tabulaires du Draa iraient relayer, à travers la haute chaîne, les plis longitudinaux qui courent au nord du Haut Atlas oriental; de même que j'ai constaté le relaiement des plis partis de la région du cap R'ir et d'Agadir et de ceux qui forment les avant-monts du Haut Atlas occidental, au sud de la plaine de Marrakech; de même encore que des plis issus des plateaux tabulaires du Tafilelt, au sud du Haut Atlas oriental, vont relayer les plis longitudinaux de la bordure septentrionale du massif des Ksour.

Des recherches ultérieures, dans les régions encore inexplorées situées entre les sources de la Mlouya et le méridien du Demnat, nous diront si l'on doit conserver ou abandonner cette hypothèse; mais la continuité tectonique du Haut Atlas marocain et de l'Atlas saharien n'en demeurera pas moins l'un des faits les plus remarquables de l'orographie du Nord africain.

Des analogies stratigraphiques non moins saisissantes existent entre les terrains crétacés du Haut Atlas occidental et ceux de la zone sillonnée, entre le Maroc et la Syrte, par les rides de l'Atlas saharien.

Mes recherches m'ont conduit à distinguer, dans le Sud-Ouest marocain, deux grands groupes de ces terrains secondaires : l'un, inférieur, comprenant l'Éocrétacé et l'Albien; l'autre, supérieur, débutant avec la transgression cénomanienne.

Le « Massif central du Haut Atlas », tel que je l'ai précédemment défini ([1]), est entouré par une ceinture de dépôts rouges, essentiellement détritiques, qui ont pu débuter avant la fin de la période jurassique et comprennent l'Éocrétacé et l'Albien.

Ce facies néritique du Crétacé inférieur est très développé dans les contreforts de la grande chaîne, sur ses deux versants. Il correspond au facies de l'Éocrétacé qui recouvre, au sud des dépôts du géosynclinal de l'Atlas tellien, la grande étendue des Hauts Plateaux algériens et tunisiens et la zone de l'Atlas saharien. Des intercalations gypseuses, qui apparaissent le plus nettement dans la haute vallée du Draa, donnent encore à ces dépôts un caractère lagunaire.

On ne peut se défendre, en outre, de rapprocher le facies de ces grès rouges de celui des « grès à dragées » qui, dans l'Atlas saharien, représentent une formation continentale ou littorale de l'Albien.

([1]) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1275.

Dans la zone littorale sud-marocaine nous avons montré, M. W. Kilian et moi ([1]), que les marnes, les calcaires et les grès à Céphalopodes, Brachiopodes et Échinides de l'Éocrétacé représentent des facies marins, néritiques ou mixtes, et jamais des formations bathyales bien caractérisées. L'Albien s'y montre parfois avec des coquilles phosphatées (Oued Tidzi) rappelant le facies à nodules phosphatés et renfermant les mêmes Céphalopodes, de la bordure méridionale du géosynclinal du Tell algérien.

Le Cénomanien rappelle identiquement les marno-calcaires à Huîtres plissées de la Tunisie centrale et des Hauts Plateaux algériens que nous ont fait connaître les travaux de Coquaud, Pomel, Peron, Pervinquière. Et, dans les contreforts septentrionaux et méridionaux de la haute chaîne marocaine, de fréquentes intercalations gypseuses donnent à ces dépôts un caractère mi-néritique et mi-lagunaire qui rappelle celui des sédiments synchroniques de l'Atlas saharien et du Sahara algérien.

Les marnes et les calcaires à fossiles siliceux, turoniens et sénoniens, que j'ai récemment décrits dans le Haut Atlas occidental ([2]), offrent encore des analogies de facies indéniables avec les dépôts de même âge qui s'étendent au sud du géosynclinal nord-africain, en Tunisie méridionale et dans les Hauts Plateaux; on sait, de plus, que le Turonien et le Sénonien néritiques recouvrent d'immenses surfaces dans le Sahara algérien. La seule différence semble résulter de l'absence, au Maroc, de Céphalopodes et d'Hippurites dans le Turonien, de Céphalopodes spéciaux (*Barroisiceras*, *Tissotia*, etc.) qui sont bien connus dans le Sénonien néritique du Sud algérien et tunisien. Mais il ne faut pas oublier que l'exploration géologique du Crétacé moyen et du Néocrétacé est encore très imparfaite dans le Sud marocain.

Ainsi, le Haut Atlas marocain et l'Atlas saharien sont édifiés sur des zones isopiques de la période crétacée, remarquables par leur grande extension à la bordure septentrionale du grand Plateau saharien. A ces zones successives il conviendra sans doute d'adjoindre la base de l'Éocène (Suessonien) également intéressante par son facies constant, depuis la Tunisie jusqu'aux rives de l'Océan, et en continuité de sédimentation avec les niveaux les plus élevés du Crétacé supérieur.

Si, comme je crois l'avoir montré, la première ébauche de l'Atlas marocain date de l'aurore des temps crétacés, nous voyons, par les faits qui précèdent que, de la Syrte à l'Atlantique, l'Atlas saharien et le Haut Atlas marocain forment une saisissante unité orographique dans le Nord de l'Afrique.

([1]) *Comptes rendus*, t. **142**, 1906, p. 603; t. **144**, 1907, p. 49 et 105.
([2]) *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 771.

MÉTÉOROLOGIE. — *La température en Afrique occidentale et équatoriale.* Note (¹) de M. R. CHUDEAU.

Dans la plupart des stations africaines les thermomètres sont placés sous une véranda; les minima et par suite les moyennes sont probablement un peu trop élevées. Sous cette réserve, les moyennes données ici ont été obtenues en retranchant de la demi-somme des maxima et des minima le vingtième de leur différence. Les chiffres utilisés sont ceux des *Annales du Bureau Central météorologique*. La réduction au niveau de la mer n'a pas été faite.

	Latitude.	Altitude.	Nombre d'années.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Années.
	° ′	m														
In-Salah	27.11 N	280	11	11,6	14,3	18,9	23,5	28,5	33,4	35,9	35,1	31,9	26,2	19,4	13,7	24,3
Port-Étienne	20.54 N	27	6	19,2	20,6	20,6	21,3	21,3	22,6	23,6	25	26,4	24,6	24	20,9	22,5
Tombouctou	16.47 N	270	3	21,2	22,7	27,3	31,6	33,6	33,9	31,7	30,6	32,1	30,8	27,1	21,3	28,4
Saint-Louis	16. 1 N	5	13	20,7	21,5	20,7	20,9	21,6	25,3	27,4	27,8	28,5	27,1	24,4	21,8	24
Kayes	14.26 N	50	7	23,6	26,9	30,5	33,5	34,6	31,5	28.1	27	28,1	29,4	27,8	24,4	28,8
Niamey	13.30 N	200	6	22,7	25.8	29.7	33,4	33,6	30,8	28,2	26,8	28	29,7	27,1	23,9	28,3
Sedhiou	12.42 N	3	4	22,2	25	27,7	28,2	28,9	28,6	26,8	26	26,2	27,4	25,7	22,6	26,2
Fort-Lamy	12.17 N	300?	3	24,8	25,7	28,7	32,6	32,7	30,5	28,5	26,9	28.5	29,1	27,4	25,6	28,4
Gaoua	10.20 N	300	3	25	28	29,1	29	27,6	26	25	24,4	25,1	26,3	26,9	25,5	26,5
Conakry	9.31 N	16	5	25,9	27,4	28	28	28,1	26,3	25,6	24,9	25,4	25,9	26,7	26,9	26,6
Porto-Novo	6.28 N	20	9	26,8	27,8	28,6	28,1	27,2	25,8	24,9	25	25,8	26,3	26,6	27,1	26,7
Libreville	0.23 N	35	5	25,9	25,9	26,5	26,3	26,2	25,1	24,3	24,5	24,9	25	25,2	26,2	25,5
Ste-Croix-des-Eshiras	1.36 S	195	4	26,2	26,6	27,1	27,2	26,5	24,2	22,7	23,4	24,9	26,1	26,1	26,1	25,6
Mayumba	3.25 S	65	6	25,7	26,2	26,5	26,4	25,6	22.8	21,7	22,1	23,1	24,3	24,9	25,2	24,5
Brazzaville	4.17 S	300	4	25,5	25,7	26,1	26,1	25,3	22,7	21	22,7	24,8	25	25,1	24,9	24,5
Loango	4.39 S	50	3	26	26,3	27,3	26,3	25,8	24	22,7	22,7	24,3	25	25,5	26	25,2

Les écarts à la moyenne sont assez considérables à In-Salah (4° en avril 1905, 4°,6 en février 1912, 1°,13 pour l'année 1906) et dans les stations voisines du Sahara; pour Tombouctou et Fort-Lamy, trois années d'observations sont probablement insuffisantes pour donner de bonnes moyennes mensuelles; les moyennes annuelles paraissent acceptables.

A In-Salah, il y a un maximum en juillet et un minimum en janvier (deux fois en décembre en 11 ans); souvent il a gelé (8 années); le minimum absolu observé a été — 3°,4 en février 1906. Les stations égyptiennes, Dakhlet-Oasis [25°29′ L. N.) et Aswan [24°2′ L. N.] donnent la même courbe qu'In-Salah.

Au sud du tropique, le Soleil passe deux fois au zénith et la quantité de

(¹) Séance du 19 juillet 1915.

chaleur qui arrive à la surface du sol présente deux maxima. Toutefois, au voisinage de 23°, les deux passages sont trop rapprochés pour qu'un minimum soit sensible : la courbe de Wadi-Halfa [21°54' L. N., Égypte] diffère peu de celle d'In-Salah. A Tidjikdja [18°20' L. N., Mauritanie] et à Merowe [18°20' L. N., Égypte], la température varie à peine de mai à septembre et la courbe présente un méplat. Un peu plus au Sud, à Moudjeria [17°53' L. N., Mauritanie] et à Atbara [17°40' L. N., Égypte], le minimum commence à se dessiner; il est très net à Tombouctou [16°46' L. N.] et à Khartoum [15° 36'].

Ce minimum d'été est d'abord supérieur au minimum d'hiver; ils semblent devenir égaux au voisinage de 10° L. N, dans l'ouest du continent (Gaoua, Sansané-Mango [10°21' L. N., Togo], 25°,3 en janvier, 25°,25 en août, Zungeru [9°48' L. N., Nigeria], 26°,3 en janvier, 25°,2 en août), et vers le 12° dans l'Est (Roseires [11°51' L. N., Égypte], 23°,8 en janvier, 23°,25 en août).

Au Sahara, l'amplitude (différence entre les maxima et les minima moyens) est considérable; à In-Salah elle reste toujours voisine de 18° (16°,4 en janvier et décembre, 18°,9 en juillet). Dans le nord du Soudan, elle reste très forte pendant la saison sèche (Tombouctou 19°, Fort-Lamy 23°, Kayes, 19°, Niamey 21°; elle diminue pendant la saison des pluies (Tombouctou 12°, Fort-Lamy 11°, Kayes 9°,5, Niamey 6°). Plus au Sud, les saisons sèches sont moins marquées et l'amplitude est moins variable (Sedhiou 8° à 16°, Ouagadougou 7° à 15°, Sansané-Mango 6° à 16°). Au voisinage de l'équateur, où il pleut presque tous les mois, elle varie encore moins (Brazzaville 10° à 13°, Lambaréné [0°42' L. S.] 6° à 10°).

Dans les stations littorales, à latitude égale, l'amplitude et ses variations sont diminuées (Port-Étienne 10° à 15°, Saint-Louis 7° à 15°, Conakry 6° à 7°, Porto-Novo 6° à 11°, Mayumba 5° à 7°, Loango 6° à 8°); la grande forêt semble avoir une action analogue à l'Océan, mais les chiffres sont rares (Ouesso, 8° et 9° en avril-mai 1911).

A côté de la latitude dont l'influence est prédominante dans la distribution des températures, existent deux causes de perturbation qui méritent quelques détails.

Dans les stations littorales, la courbe des moyennes mensuelles présente parfois une allure spéciale. A Saint-Louis, comme à Port-Étienne, la température monte à peu près régulièrement de janvier à septembre, avec un minimum peu marqué en mars. Dakar [14°40' L. N.] et Bathurst [13°28' L. N.] présentent le même type avec des moyennes annuelles un

peu plus élevées [24°,4 et 24°,8]. De plus, dans ces diverses stations, les températures restent relativement basses, et ceci est en rapport, avec un appel, le long du littoral de Mauritanie et du Sénégal, des eaux froides des grands fonds. Prise à faible distance du rivage, la température de l'eau de mer entre Dakar et Port-Étienne varie de 16°,5 à 21°,3, suivant la latitude et la saison; à quelques milles au large, elle est comprise entre 23°,4 et 25°,2. Cette influence océanique ne se fait sentir que sur une bande côtière assez étroite; à Sedhiou (Casamance), à 100^{km} de l'Atlantique, la courbe des températures reprend son allure normale avec une amplitude seulement diminuée.

Au sud de l'équateur, les afflux d'eaux froides amènent un abaissement de la température des stations littorales, mais ne modifient pas l'allure de la courbe; les températures de Brazzaville, ramenées au niveau de la mer, sont un peu plus élevées que celles de Mayumba ou de Loango. Le courant de Benguéla agit dans le même sens (Saint-Thomé [0°21′ L. N.], 24°,5; Libreville, 25°,5).

Des afflux d'eaux froides existent probablement aussi le long du littoral nord du golfe de Guinée; à Accra (Gold-Coast), la température est inférieure à celle de Grand-Bassam. Au fond du Golfe, où le contre-courant de Guinée et le courant de Benguéla se rencontrent et tournent vers l'Ouest, les observations du Cameroun, pour l'an 1912, indiquent à Edea [3°48′ L. N.], à 75^{km} de la côte, des températures constamment plus élevées qu'à Victoria [4° L. N.]; pour l'année, la différence est de 1°,7; en mars, elle atteint 2°,5.

La seconde cause de perturbation est la grande forêt. Pour la forêt guinéenne, le Tableau suivant où les températures sont ramenées au niveau de la mer (1° pour 200^{m}) met le fait en évidence; les moyennes d'Accra y sont aussi indiquées.

	L. N.	Alt.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Années.
Bouaké	7°34′	370	28,2	28,9	29,8	28,5	27,9	26,7	25,9	25,8	26,6	27,2	27,6	27,7	27,5
Toumodi	6.33	128	26,1	26,9	27,1	26,9	26,5	25,6	25,2	24,6	24,8	26,2	26,1	25,8	26
Gd-Bassam	5.24	3	27,3	27,8	28,2	27,1	26,6	26	24,9	24,6	24,8	26,1	27,1	27	26,4
Accra	5.31	?	25,7	25,6	26,6	27.3	25,2	24,5	24,2	24,3	24,4	26	25,7	25,8	25,5

Les moyennes de ce Tableau reposent sur des données peu nombreuses et il importe de préciser. Les huit premiers mois de 1906 donnent pour Toumodi 26°,8; pour Bouaké 27°,4; pour Beyla 28°,5. Beyla [8°35′ L. N.] est nettement au nord de la forêt; Bouaké en est beaucoup plus rapproché

et Toumodi se trouve au fond du Baoulé qui est un golfe dans la forêt. D'autres mois communs aux diverses stations donnent la même vérification. Les différences de température s'atténuent pendant la période de repos de la végétation.

Pour la forêt du Gabon, les observations sont encore plus rares. Cependant, la comparaison de quelques mois à Ouesso [1°39′ L. N.] et à Impfondo [1°36′ L. N.], avec les mêmes mois de stations voisines, montre aussi un écart qui dépasse 2° pendant la vie active de la forêt.

Les cartes des isothermes d'Afrique (Hann, 1887; Buchan, 1889) ont besoin de modifications importantes. Pour les moyennes annuelles, l'isotherme de 28° suit à peu près, depuis l'Égypte, le 20° L. N. jusqu'en Mauritanie où elle s'infléchit vers le Sud; elle coupe le Sénégal près de Kaéïdi [16°9′ L. N.]; puis, retournant vers l'Est, se tient au voisinage de 10° L. N. jusque vers Yola [9°10′ L. N., Nigeria], d'où elle continue vers l'Est-Sud-Est et va couper le Nil près de Mongalla [5°11′ L. N.]. A Khartoum [15°36′ L. N.] et à Kassala [15°28′ L. N.], les moyennes annuelles sont un peu supérieures à 30°; elles diminuent vers l'Ouest; on trouve 29°,9 à Fort-Lamy; 29°,8 à Zinder [13°46′] et à Guidam-Bado [14°25′ L. N., 1903]; 29°,7 à Tombouctou; 29°,3 à Niamey; 29°,1 au Tchad (un an), et 29° à Kayes.

En janvier, l'isotherme de 25° quitte le littoral atlantique vers le 11° L. N. et va passer au sud de Khartoum. Au nord de la forêt de Guinée et de la forêt équatoriale existent des aires où la température, supérieure à 27°, dépasse souvent 28°. Ces aires sont nettement séparées par une zone relativement froide (26° à 27°) du maximum de l'Afrique australe.

En juillet, l'isotherme 35° entoure une aire beaucoup plus restreinte qu'on ne l'indique habituellement [Touggourt, 36°,2; El Goléah, 36°,8; In-Salah, 37°,9; Mourzouk, 35°,4 (H. Duveyrier, 1861)]. Dakhlet-Oasis donne 32°,2; Tombouctou, 33°,1; Aoudéras [17°38′ L. N., Aïr], 33°,15 (Foureau, 1899). L'isotherme 30° quitte le Nil un peu au nord d'Assiut [27°11′ L. N.], passe près de Tatahouine (Tunisie), enveloppe Biskra et Laghouat, puis se dirige vers le Sud-Ouest jusqu'à Moudjeria [17°53′ L. N., Mauritanie]. Elle passe ensuite à Bandiagara [14°20′], Zinder, le Tchad, un peu au nord d'El Obeïd [13°11′ L. N., 29°], coupe le Nil entre Kharthoum (32°30) et Roseïrés (26°,7) et arrive à Kassala (30°,1).

En ce mois, le minimum de la forêt guinéenne est assez bien marqué. D'après H. Hubert (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 368), ce minimum s'étendrait jusqu'au Fouta-Djalon.

CHIRURGIE. — *Suppression de la suppuration dans quelques plaies de guerre.* Note [1] de M. V. **Wallich**, présentée par M. Roux.

J'ai réussi à tarir rapidement la suppuration des plaies dans mon service de blessés [2] à l'hôpital auxiliaire 117, de l'Union des Femmes de France (Lycée Janson-de-Sailly). Mes observations comprennent des cas très graves, tels que des fractures avec plaies, en pleine suppuration, compromettant la conservation du membre atteint; des phlegmons de régions diverses, chez des malades menacés d'infection purulente; des plaies par projectiles divers; des moignonsnon réunis et suppurants, etc.

En un temps variant de 24 heures à 3 ou 4 jours, la plaie prend un aspect rouge ou rose vif, les sécrétions se tarissent, le pus disparaît. La plaie presque complètement asséchée prend un aspect jambonné et se montre encadrée d'un large liséré cicatriciel, envahissant quotidiennement les bourgeons charnus. L'état général s'améliore, l'appétit revient d'une façon très marquée, bien que parfois la température s'élève, témoignant d'une réaction puissante; le pouls au contraire semble perdre de son accélération. Les forces reviennent, la guérison est rapide chez ces malades qui, avant le traitement, traînaient d'une façon désespérément lente au milieu de suppurations intarissables.

J'ai procédé, parallèlement à mon étude clinique, à l'examen biologique répété des exsudats de la plaie. Les premiers jours du traitement, on trouve de nombreux leucocytes, profondément altérés, sans vitalité, prenant difficilement les agents colorants; ils sont entourés dans cette période de nombreux et variés microbes. A mesure que progresse l'amélioration clinique, les leucocytes se colorent plus énergiquement et contiennent des microbes phagocytés. Bientôt les microbes diminuent de nombre dans les préparations et disparaissent complètement. L'exsudat est alors formé de leucocytes bien vivants, bien colorés, et l'on rencontre de nombreuses cellules en voie de prolifération. Les microbes ont totalement disparu. C'est la victoire de l'élément cellulaire sur l'élément microbien.

Comment pareil résultat a-t-il été obtenu ? En supprimant toute cause

---

[1] Séance du 19 juillet 1915.

[2] J'ai aussi traité quelques blessés des services de mes collègues Le Fur, Démelin, Jamain, Raffinesque.

d'irritation au niveau de la plaie et en réalisant une asepsie absolue du pansement.

Pour éviter toute cause d'irritation de la plaie, nous avons supprimé l'emploi des antiseptiques, supprimé les drains d'une façon aussi précoce que possible et enfin, par l'emploi d'un pansement de compresses salées, nous avons réalisé le minimum de réaction dans la plaie.

L'emploi des substances antiseptiques dans les plaies infectées est d'un usage courant, même depuis les progrès de la chirurgie aseptique. Nos blessés y ont certainement tous été soumis dans les premières heures de leur traumatisme, et peut-être faut-il attribuer à leur action une part utile dans le résultat final. Mais la désinfection primitive effectuée, l'agent antiseptique, continuant son action irritante sur les tissus, paraît avoir plus d'inconvénients que ne mérite son action microbicide contestable, comme a cherché à l'établir récemment Pierre Delbet.

Les drains de caoutchouc sont des corps étrangers provoquant au niveau de la plaie des réactions exsudatives. Dès que nous supposons qu'ils ont établi dans les tissus de la plaie des trajets perméables, nous les supprimons, et nous maintenons encore quelque temps ces trajets béants par des mèches, salées comme il va être dit plus loin.

Ces causes d'irritation supprimées, il s'agissait de protéger la plaie par un pansement ne provoquant pas de réactions exsudatives. Nous y avons réussi par l'emploi de l'*eau salée* à la dose d'une cuillerée à soupe de sel de cuisine pour 1^l d'eau et soumise à l'ébullition pendant 15 minutes.

Nous avons fait avec cette solution des lavages de la plaie à chaque pansement quotidien, aussi longtemps que durent les sécrétions de la plaie.

Puis nous recouvrons la plaie de petites compresses de gaze bouillie 15 minutes dans une solution identique. Solutions et compresses sont toujours préparées d'une façon récente pour chaque pansement.

Quant à l'*asepsie*, nous avons pu la réaliser en procédant à nos pansements sans aucun contact direct avec la plaie, comme on pratique une manipulation bactériologique. Des pinces, bouillies 15 minutes dans l'eau, ont seules le droit d'entrer en contact avec les pièces de pansement qui attendent le moment de leur emploi dans leur eau d'ébullition.

C'est en combinant ces différents moyens que nous avons pu obtenir nos résultats rapides et frappants.

Depuis la période pastorienne de la chirurgie, le traitement antiseptique des plaies n'avait réussi, ce qui est déjà appréciable, qu'à diminuer les

chances d'infection générale, en supprimant l'infection locale qui accompagnait autrefois chaque pansement, mais les plaies continuaient à suppurer.

La pratique des pansements secs et aseptiques n'a pas toujours réussi à tarir les sécrétions de la plaie.

L'emploi des pansements salés, malgré de nombreuses tentatives ([1]), n'a pas réussi jusqu'ici à se généraliser dans le traitement des plaies, considéré comme douloureux ou insuffisant.

Les résultats obtenus par la combinaison d'une asepsie méticuleuse, la suppression tempestive des drains, et l'emploi d'un pansement salé, non douloureux, légèrement hypertonique par sa concentration, semble permettre d'espérer que des plaies infectées et ouvertes pourront être mises dans les conditions de guérison qui étaient l'apanage exclusif des plaies aseptiques fermées. Elles pourront ainsi sans réaction sécrétoire procéder à leur défense et à leur réparation par un mécanisme naturel.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le parasitisme des graines; son importance en Biologie générale.* Note ([2]) de M. V. **Galippe**, présentée par M. L. Landouzy.

Les recherches, résumées ci-après, sont la suite et le complément de celles que j'ai publiées de 1887 à 1891, sur la présence de microorganismes dans les tissus végétaux.

Outre les méthodes classiques, j'ai fait usage depuis le début de mes travaux d'un dispositif expérimental nouveau dont j'ai donné la description en 1891 (*Comptes rendus de la Société de Biologie*).

Cette méthode est très délicate et permet d'obtenir des cultures, dans les cas où les procédés ordinaires n'en donnent point.

Je n'ai pas été le seul à m'occuper de cette question et je citerai un certain nombre de travaux dont les uns sont antérieurs aux miens, les autres contemporains ou postérieurs : Marcano (1882), Hiltner (1887), Jorissen (1888), Bernheim (1888).

En raison des idées dogmatiques régnant à cette époque, ces travaux

---

([1]) *Bulletin Acad. de Méd.*, séance du 13 juillet 1915. Communication de MM. Maurice de Fleury et Ch. Monod.

([2]) Séance du 26 juillet 1915.

furent, sans preuves et sans critiques suffisantes, considérés comme entachés d'erreur. La question du parasitisme des graines tomba si bien dans l'oubli, qu'il n'en est pas fait mention dans les traités de Botanique les plus récents.

Les recherches poursuivies, pendant plus d'une année, sur le parasitisme des graines, ne font que confirmer les résultats acquis par nos expériences antérieures. Elles ont porté sur trente et une espèces (¹) ou variétés de graines préalablement stérilisées à la surface et formant un ensemble de quatre-vingt dix séries d'expériences qui nous ont donné soixante-dix-huit fois des résultats positifs (78 +) et douze fois des résultats négatifs (12 —).

Les parasites constatés ou isolés appartiennent : à des espèces microbiennes variées; ainsi qu'à des champignons microscopiques dont on rencontre le plus souvent les spores qui se développent dans les milieux de culture; et, plus rarement, des levures.

La plupart de ces champignons parasites ont été déterminés par M. le Dr Pinoy, de l'Institut Pasteur, dont le concours et les conseils m'ont été extrêmement précieux.

Il n'est pas possible dans une simple Note d'entrer dans de plus amples détails, aussi me contenterai-je d'établir ce fait matériel, que *les graines normales, en une proportion considérable, peuvent contenir un plus ou moins grand nombre de parasites*.

Il était tout naturel de se demander quelles étaient les voies d'introduction de ces parasites dans les graines? La première pensée se présentant à l'esprit était d'en rechercher la présence dans les organes sexuels des fleurs : anthères, stigmate, ovaire.

Dans les recherches que j'ai faites et que je poursuis, je me suis proposé d'établir, sans conteste, le caractère général de ce procédé de colonisation des graines.

On trouve des parasites dans les anthères et sur le pollen (microbes spores de champignons, levures). On en rencontre également à la surface et dans l'épaisseur du stigmate, ainsi que dans les régions profondes du

---

(¹) *Œnothera* L., *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* V., *Cytisus Laburnum*, *Persica vulgaris* V., *Armeniaca vulgaris*, *Cerasus vulgaris*, *Prunus* V., *Citrus limonum*, *Cucumis melo*, *Corylus Avellana*, *Lycopersicum esculentum*, *Cucumis sativus* V., *Cucurbita maxima*, *Vitis vinifera*, *Malus communis*, *Citrus orantium*, *Juglans regia*, *Æsculus hippocastanum*, *Cydonia vulgaris*, *Castanea vulgaris*, *Diospyros kaki*, *Mespilus germanica*, *Citrus deliciosa*, *Phœnix dactylifera*, *Pirus communis*.

tissu conducteur du style et même dans l'ovaire (Liliacées, Papavéracées, Onagrariées, Convolvulacées).

Il est vraisemblable que ces parasites sont entraînés jusqu'à l'ovaire par les tubes polliniques.

Le vent est à la fois un agent de pollinisation et de colonisation des fleurs. Il ne transporte pas que des grains de pollen, il entraîne avec lui toutes les particules rencontrées sur son passage, vivantes ou inanimées, organiques ou minérales.

Quand on examine le contenu de fleurs dont la corolle est largement ouverte, surtout dans le voisinage des lieux habités, on est surpris par le nombre et la variété des corps étrangers qu'on peut y rencontrer. Non seulement la fécondation peut être réalisée par ce procédé (plantes anémophiles), mais, du même coup, la colonisation des anthères et du stigmate, par les parasites les plus variés.

On sait le rôle important joué par les insectes dans la fécondation des fleurs; ce rôle est même si considérable qu'on a voulu établir une véritable adaptation entre la fleur et l'insecte.

Les insectes, qu'ils se nourrissent de pollen ou de nectar, ou soient simplement des butineurs, ne transportent pas uniquement du pollen, ils sont également *vecteurs de parasites*, soit que ceux-ci préexistent dans les fleurs qu'ils visitent, soit qu'ils les empruntent aux fleurs préalablement butinées. Les insectes peuvent encore transporter des parasites, innocents ou nuisibles, provenant, soit de leur habitat, soit des substances plus ou moins putréfiées sur lesquelles ils se sont posés, soit enfin des maladies parasitaires dont ils peuvent être atteints (Entomophtoracées). On voit de combien de conditions variées et accidentelles dépend la colonisation des organes sexuels des fleurs. Cette colonisation peut n'être ni constante, ni semblable à elle-même, pour les anthères ou les stigmates d'une même fleur, ou pour les fleurs d'une même plante, et, parmi les parasites, combien doivent périr sur place et ne jamais parvenir jusqu'à l'ovaire? Nous devons constater, cependant, que nous avons rencontré le *B. Anthracoïdes*, avec une constance relative, comme parasite des graines de l'*Œnothera* L.

Voici donc un ensemble de faits dont la démonstration expérimentale peut être considérée comme acquise en ce qui regarde les espèces examinées :

1° Présence des parasites dans les anthères et sur le pollen.

2° Présence de parasites sur le stigmate, dans l'intérieur du style et dans l'ovaire.

3° Enfin, présence de parasites dans l'immense majorité des graines. Ces parasites y auraient été introduits au moment de la fécondation et ce seraient des germes vieillis, comme semble l'indiquer leur développement généralement tardif, avec la méthode et les milieux de culture que j'emploie. Dans d'autres conditions, ces germes auraient pu rester stériles.

Il serait prématuré de tirer des conclusions décisives de ces faits. Il nous paraît plus prudent d'en déduire un certain nombre d'hypothèses dont la vérification expérimentale nous semble pouvoir être tentée.

Depuis les travaux de Tulasne (1847), il est établi qu'un parasite peut non seulement faire apparaître dans des fleurs à sexe unique le sexe manquant, mais encore, d'une façon générale et dans des cas beaucoup plus nombreux, rendre la fleur stérile.

Ce sont là des faits d'une importance exceptionnelle et qui ont particulièrement frappé les observateurs; mais si, comme nous le pensons, le parasitisme des organes sexuels des fleurs est un phénomène très fréquent, il faut en conclure qu'entre la castration parasitaire (Giard) qui peut en être la conséquence et l'innocuité absolue ou relative, il peut exister une foule de manifestations intermédiaires dont il serait possible d'aborder l'étude expérimentale. Cette étude serait particulièrement intéressante en ce qui regarde les anomalies observées si fréquemment chez les végétaux et qui sont susceptibles d'être rapportées à une origine parasitaire. Le pouvoir tératogène de certains parasites pourrait être étudié par voie expérimentale et peut-être sera-t-il possible de dissiper l'obscurité entourant la nature des causes externes des mutations brusques de Vries, ainsi que celles des alternances de stabilité et de mutabilité des espèces végétales. Outre leur mode d'apparition, les mutations brusques ont encore, comme caractère commun avec les anomalies, leur inutilité et leur hérédité, quand elles n'affectent pas la fertilité de la race, mais cette hérédité n'est pas constante et a souvent besoin d'être entretenue artificiellement.

Les anomalies sont plus fréquentes dans les races annuelles propagées par semis que dans les plantes vivaces, les arbustes et les arbres; et ce fait est, probablement, en rapport avec le parasitisme des graines.

On voit par ces brèves indications quel immense champ d'observations s'ouvre devant les chercheurs qui voudront s'adonner d'une façon systématique à l'étude expérimentale du parasitisme chez les végétaux.

A propos de la Note de M. *Galippe*, M. **Edmond Perrier** présente les observations suivantes :

Dans la très intéressante Communication de M. Galippe, la découverte de variations brusques est attribuée au distingué botaniste hollandais de Vries. Il me paraît opportun de faire à ce sujet quelques remarques que les circonstances actuelles rendent particulièrement opportunes. L'habitude qu'ont pris un certain nombre de naturalistes français de regarder constamment vers l'étranger, et surtout vers l'Allemagne, a fini par faire oublier, dans bien des circonstances, l'importance de services rendus par leurs compatriotes.

On rapporte, par exemple, à Sir Charles Lyell l'honneur d'avoir introduit la considération des causes actuelles dans l'explication des phénomènes géologiques, mais toute l'Histoire de la Terre de Buffon n'est qu'une application de cette méthode; on attribue à l'allemand Fritz Müller la loi de la Répétition de la Généalogie des organismes par leur Embryogénie; mais le premier savant qui l'ait établie sur des observations précises, c'est Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, lorsqu'il démontra que les centres d'ossification des os du crâne des Mammifères correspondaient aux os du crâne des Poissons, et son élève Serre l'énonçait déjà en disant : *L'anatomie transcendante est une anatomie comparée transitoire, comme l'anatomie comparée est une anatomie transcendante permanente*. Par les mots *anatomie transcendante* il désignait l'Embryogénie dont le nom n'était pas encore, de son temps, d'un usage courant.

Plus récemment, on a transféré au moine de Brünn, Mendel, d'une part, au botaniste hollandais de Vries, d'autre part, l'œuvre qui a coûté 20 ans de travaux sur l'hybridité, au botaniste français Charles Naudin qui fut membre de l'Académie des Sciences, et qu'une surdité absolue avait confiné dans le poste d'aide-naturaliste de la chaire de la Culture au Muséum d'Histoire naturelle. Le premier botaniste qui ait rendu à Naudin une justice tardive, mais qui n'a pas encore le retentissement qu'elle devrait avoir, est M. Blaringhem dans son Livre sur les *Transformations brusques des êtres vivants*, paru en 1911.

Page 69, il écrit : « Mendel a donné une explication physiologique de ces lois, qui, par un hasard étonnant, avaient été exposées quelques années plus tôt (1863) par Naudin pour expliquer l'hybridité disjointe. »

Mais l'habitude est tellement prise que le Chapitre qui contient cette phrase est intitulé : *La loi de Mendel et la notion de variété.*

Ce qui est surtout étonnant, c'est que la loi de Naudin, bien qu'elle ait été signalée par de Quatrefages dans ses publications sur l'espèce, la race et la variété, soit demeuré ignorée des naturalistes français.

Quant aux variations brusques, voici ce qu'en disait Naudin en 1867 dans le Recueil même de l'Académie des Sciences [1] : « Ici se présente un point sur lequel j'appelle toute l'attention de ceux qui croient à l'instabilité des formes spécifiques et attribuent l'origine des espèces actuelles à de simples modifications d'espèces plus anciennes. Ils admettent, au moins la plupart d'entre eux, que les modifications se sont effectuées avec une extrême lenteur et par des transitions insensibles; qu'il a fallu, par exemple, plusieurs milliers de générations pour transformer une espèce en une autre espèce congénère. Nous ignorons ce qui a pu arriver dans le lointain des âges, mais ce que l'expérience et l'observation nous apprennent, c'est qu'à l'époque actuelle les anomalies légères ou profondes, les altérations de ce que nous appelons, arbitrairement peut-être, des *types spécifiques*, les monstruosités, en un mot, qu'elles soient passagères et purement individuelles ou qu'elles donnent lieu à de nouvelles races durables et uniformes dans un nombre illimité d'individus, se produisent brusquement, et sans qu'il y ait jamais de formes transitoires entre elles et la forme nouvelle.... » Ces conclusions, données par Naudin en 1867, ajoute M. Blaringhem [2], après 20 années de recherches expérimentales sur l'hérédité, résument la doctrine de Hugo de Vries. Elles sont peut-être trop absolues, parce que l'essence des variations lentes c'est de passer inaperçues ; mais quand on parle de la théorie des variations brusques, il faut dire la théorie de Naudin et non la théorie de de Vries; quand on parle des lois de l'hérédité, il faut dire les lois de Naudin et non les lois de Mendel, et il ne faut pas remplacer Geoffroy Saint-Hilaire par Fritz Müller, ni Buffon par Lyell.

A propos de cette même Note de M. *Galippe* [3], M. **Armand Gautier** présente les observations suivantes :

En 1886, me fondant sur une suite de recherches antérieures relatives aux catéchines des divers acacias jusque-là confondues entre elles, sur l'examen des divers tannins, des albuminoïdes et surtout des pigments de la vigne

---

(1) *Comptes rendus*, t. 64, 13 mai 1897, p. 929-933.

(2) *Loc. cit.*, p. 86.

(3) Voir *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 112.

européenne (1), je montrais que, lorsque chez l'être vivant on constate une variation de race ou d'espèce, cette variation, qu'annoncent les caractères extérieurs, est toujours accompagnée d'une modification spécifique dans les *constituants chimiques* des organes de l'être qui a varié. Dans mon premier *mémoire sur le mécanisme de la variation des êtres vivants* (2), je montrais de plus que ces variations sont généralement *brusques et non pas lentes et successives*, ainsi qu'on le croyait généralement à cette époque d'après les théories de Lamarck et de Darwin. Je fondais mon affirmation sur un grand nombre d'observations que j'avais recueillies en interrogeant les horticulteurs, viticulteurs, botanistes, etc., qui avaient été les témoins de ces variations.

Mais j'allais plus loin, et j'expliquais le mécanisme de ces variations par l'intervention, *la coalescence*, dans les plasmas reproducteurs ou végétatifs de la plante ou de l'animal, d'un plasma vivant d'espèce ou de race étrangère pouvant s'adapter au premier, faire symbiose avec lui.

« Ces modifications brusques écrivais-je alors, proviennent de la coalescence de plasmas étrangers, fécondatifs, végétatifs ou virulents venant modifier les plasmas de l'être primitivement normal.... Lorsque l'être vivant, végétal ou animal, subit ainsi la coalescence de certains plasmas fécondatifs, végétatifs, virulents on *zymasiques* empruntés à d'autres espèces, il peut résulter de cette symbiose une variation qui se traduit par une *modification subite* de la race ou de l'espèce, modification que les plasmas de l'être nouveau transportent et peuvent transmettre à leur tour (3). »

Ces idées, que j'exposais ainsi et que m'avaient suggéré mes expériences antérieures relatives aux modifications chimiques que je constatais dans les matériaux constitutifs des diverses races d'une même espèce, idées qu'avaient confirmées ensuite une enquête faite auprès des témoins de ces variations brusques chez les plantes et les animaux, étaient publiées au moment où de Vries allait commencer ses recherches célèbres sur les *Œnothera* dont les variations ou *mutations*, aptes à être transmises par la graine, firent l'objet de son célèbre Mémoire publié en 1901, 5 ans seulement après mes propres observations et publications.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 85, 1877, p. 342; t. 86, p. 1507; *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences pour* 1879, p. 392.

(2) *Hommage à Chevreul à l'occasion de son centenaire;* Alcan, éditeur (1886), p. 29 à 52.

(3) Voir *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 531.

Ainsi, bien avant de Vries, je reconnaissais et annonçais l'existence de ces variations ou mutations brusques, si contraires aux idées régnant alors en biologie et j'en éclairais même le mécanisme intime ([1]).

Je disais enfin, dans mon Mémoire de 1911 à l'Académie des Sciences cité plus haut :

« La coalescence des plasmas végétatifs, somatiques, virulents, etc. est autrement puissante que la fécondation sexuelle pour associer les espèces et produire des races nouvelles. Le plasma excitateur de ces modifications peut être apporté par les insectes, les *microbes*, quelquefois par les mycéliums de champignons agissant sur les parties souterraines de la plante. »

On voit donc comment les très intéressantes observations que M. Galippe vient de présenter à l'Académie confirment, par une importante preuve nouvelle, les remarques que je faisais il y a 29 ans. Lorsque les plasmas d'où sortira la graine ont vécu en symbiose avec certains microbes appropriés, il résulte de cette coalescence, ou vie végétative en commun, des modifications intimes pouvant se transmettre aux plasmas reproducteurs qui deviennent dès lors aptes à transporter ces variations dans la nouvelle graine.

Ces modifications ne sont pas seulement anatomiques, comme on le croyait; elles se traduisent par un ensemble de variations dans les espèces chimiques constitutives de l'être nouveau, comme je l'ai établi il y a 35 ans par mes recherches sur les catéchines des divers acacias, et surtout sur les pigments de la vigne.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

([1]) Comme la plupart des botanistes et zoologistes, j'ignorais alors les observations antérieures de Naudin, qui, le premier évidemment, appela l'attention sur ces variations brusques, mais sans en soupçonner aucunement le mécanisme.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUIN 1915 (suite).

Wisconsin Survey. *The Polyporaceæ of Wisconsin*, by J. J. NEUMAN. — *Limestone road Materials of Wisconsin*, by W. O. HOTCHKISS and EDWARD STEIDTMANN. — *Methods of Mine Valuation and Assement*, by W. L. UGLOW. Madison, Wis. Published by the State, 1914; 3 vol. in-4°.

La défense contre l'ophidisme, par le Dr VITAL-BRAZIL, traduit par le professeur J. MAIBON. Sao-Paulo, Pocai-Weiss, 1914; 1 vol. in-8°.

Indian Mathematics, by G. R. KAYE. Calcutta et Simla, Thacker, Spinck and Co, 1915; 1 vol. in-8°.

La Thorascopie. L'Organoscopie abdominale. Réflexions sur la Chirurgie de l'extrême front, par le Dr JEAN BOUCHON. Amiens, Yvert et Tellier, 1915; 3 fasc. in-8°.

Société des Arts de Genève. *Rapport sur le Concours de réglage de chronomètres de l'année* 1914, par M. le professeur RAOUL GAUTIER.

Recherches de mines métalliques et métaux précieux, or, argent, dans le Morvan, par HIPPOLYTE MARLOT. Autun, Dejussieu et Xavier, 1914; 1 fasc. in-4°.

Folie d'Empereur, par le Dr CABANÈS. Paris, Albin Michel, sans date; 1 vol. in-8°.

La vie morale, par E. POURÉSY. Bordeaux, 1915; 1 fasc. in-12.

Nouvelles propriétés des spirales d'Archimède, par E.-E. MARCHAND-BEY. Chatou, chez l'auteur, 1914; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de l'Assomption, la séance prochaine n'aura pas lieu le lundi 16, mais le mardi 17 août.

CORRESPONDANCE.

MM. **Henri Devaux**, **A. Lameere**, **C. Le Morvan**, **M. Tiffeneau**, **Fr. de Zeltner** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *La photographie stéréoscopique dans l'étude des mouvements propres des étoiles*. Note [1] de M. **J. Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

On sait que Max Wolf et d'autres astronomes ont obtenu d'intéressants résultats, dans l'étude des mouvements propres des étoiles, au moyen de la stéréophotographie, mais en se bornant à un nombre limité d'étoiles. Pour ce motif, il paraît utile de faire part des premiers résultats que je viens d'obtenir dans des essais de stéréoscopie stellaire; astronomiquement, ces

(1) Séance du 2 août 1915.

résultats me paraissent très importants, parce qu'ils signalent une route féconde dans les investigations des mouvements propres des étoiles et des courants stellaires. Le procédé se fonde, comme on sait, sur l'extrême finesse physiologique de nos yeux qui sont capables de produire des sensations de relief ou de creux par l'effet de déplacements, qui, sur la plaque, peuvent être de l'ordre de 1^{μ} ou 2^{μ}, et cela même en faisant usage d'un appareil stéréoscopique ordinaire.

L'instrument photographique que j'ai employé est un excellent objectif de 160^{mm} d'ouverture et 800^{mm} de distance focale, monté sur un équatorial guide de 6 pouces.

En plaçant dans le stéréoscope deux images correspondantes des régions environnantes de l'amas M. 11, de l'Aigle et Antinoüs, dans lesquelles les étoiles se comptent par milliers (l'une a été faite le 12 juillet 1912 et l'autre le 20 juillet 1915), on y aperçoit, tout de suite, de nombreuses étoiles en relief ou en creux. Dans une surface de 20 degrés carrés, on ne voit pas moins de 200 étoiles en mouvement propre sensible au bout de ces seules trois années d'intervalle. On y voit aisément des groupements et alignements d'étoiles et d'étoiles doubles qui présentent un mouvement propre commun, en relation avec l'ensemble général des étoiles faibles de cette région de la Voie lactée. Dans beaucoup d'endroits, on dirait que les étoiles sont de petits flocons de neige flottant dans l'espace. D'ailleurs, il ne sera pas difficile, en perfectionnant la méthode d'analyse stéréoscopique, de déterminer avec précision le sens des mouvements, de même que sa valeur, au moyen d'un stéréocomparateur ou stéréomètre.

Pour le moment, dans cette région de la Voie lactée, la plupart des mouvements les plus rapides appartiennent aux étoiles les plus brillantes. D'ailleurs, la plupart de ces trajectoires forment un angle considérable avec la ligne moyenne de la Voie lactée.

ASTRONOMIE. — *Sur la méthode d'Olbers et ses solutions multiples.* Note (¹) de M. **Thadée Banachiewicz**, présentée par M. Bigourdan.

C'est Oppolzer qui a démontré, dans une étude classique, que le problème de la détermination d'une orbite parabolique avec cinq données d'Olbers peut admettre une solution triple; pour reconnaître le cas analy-

(¹) Séance du 2 août 1915.

tiquement, il faut avoir recours à des calculs assez compliqués. Nous nous proposons ici d'indiquer deux moyens simples de trouver approximativement la distance de la comète; si l'on emploie un abaque, on apercevra immédiatement une solution multiple.

Remarquons tout d'abord qu'on peut rendre plus exacte (d'un ordre de grandeur) l'équation du sixième degré d'après Lambert, sans abandonner la forme simple d'Oppolzer. Si les intervalles des observations sont égaux, on obtiendra, en raisonnant comme l'illustre astronome de Vienne, mais en remplaçant ρ_1 par sa valeur plus approchée $2\rho_2 : (1+M)$,

$$(\rho_2^2 - 2\rho_2 a \cos\varphi + a^2)\sqrt{R_2^2 - 2R_2\rho_2\cos\psi_2 + \rho_2^2} = c, \tag{1}$$

où l'on a posé

$$a = g(1+M) : 2h, \qquad c = 2a^2 R_2^2.$$

Or, la même équation (1) vaut aussi, dans le cas général des intervalles inégaux, pourvu qu'on y désigne par ψ_2 l'élongation de la comète, interpolée pour le moment $(t_1+t_3):2$; on en obtiendra ρ_2 pour le même moment et sa valeur ne sera en erreur que d'une quantité du second ordre (abstraction faite de l'incertitude de M).

Nous avons appliqué l'équation (1) aux neuf orbites des traités de Bauschinger, Klinkerfues-Buchholz, Kowalczyk, Oppolzer-Pasquier, Watson. L'écart moyen (d'après les carrés des résidus) entre r_2, satisfaisant à l'équation (1) et entre la valeur définitive de $(r_1+r_3):2$, se trouva être $\pm 0,0044$, les intervalles des observations extrêmes allant jusqu'à 18 jours et l'arc géocentrique jusqu'à 34°. L'équation (1) est donc capable de fournir une approximation utile.

Envisageons sur un plan les points

$$R(a\cos\varphi,\ a\sin\varphi), \quad S(R_2\cos\psi_2,\ R_2\sin\psi_2), \quad T(0,0) \quad \text{et} \quad C(\rho_2, 0),$$

définis par leurs coordonnées cartésiennes.

L'équation (1) se traduit par la relation géométrique

$$\overline{CR}^2 \times \overline{CS} = 2R_2 c_0, \tag{2}$$

c_0 étant la valeur du produit $\overline{CR}^2 \times \overline{CS}$ pour C coïncidant avec T.

Si l'on a construit une règle donnant directement les logarithmes des distances, on pourra déterminer rapidement la valeur de la somme

$$2\log\overline{CR} + \log CS$$

pour les divers points C de la partie positive de l'axe des abscisses, et, par *regula falsi*, on obtiendra la position cherchée de C. On aura alors

$$\overline{CT} = \rho_2, \qquad \overline{CS} = r_2.$$

Notons que les variations de la somme des logarithmes ci-dessus sont sensiblement égales à la variation de $2(\log s_g - s_d)$.

Mais l'équation (2) admet aussi une solution directe au moyen d'un abaque. Supposons qu'on ait construit sur un transparent la famille des courbes $r_1^2 r_2 = \text{const.}$, où r_1 et r_2 désignent les distances d'un point sur la courbe aux deux points fixes R_1 et S_1. Après avoir placé R_1 et S_1 sur les rayons vecteurs TR et TS, de sorte que $R_1 S_1$ soit parallèle à RS, on lira la cote $\log c_0$ de la courbe passant par T. Les abscisses positives des points C, communs à l'axe des abscisses et à la courbe ayant pour côté $\log c_0 + \log(2R_2)$, augmentées dans le rapport $\overline{RS} : \overline{R_1 S_1}$, donneront les ρ_2 cherchées (si la solution est triple, on aura quatre points d'intersection). On pourrait d'ailleurs, en procédant d'une manière peu différente, construire les inconnues sur l'abaque lui-même.

L'étude des courbes $r_1^2 r_2 = \text{const.}$ nous a montré que les solutions multiples ne peuvent appartenir qu'à deux classes. Dans la première ($a < 0{,}6$), la distance angulaire ψ_2 de la comète au Soleil ne peut guère dépasser 19°; c'est le cas de la comète Cruls de 1882 et de la comète 1910 *a*. Dans l'autre ($a > 7$), ψ_2 est quelconque, mais le mouvement apparent diurne doit être inférieur à 8',5; M est très voisin de l'unité et, en outre, $\varphi < 34°$.

Si ces conditions nécessaires ne sont pas satisfaites, le calculateur pourra être sûr de ne pouvoir tomber sur une racine fausse, la solution étant unique. On comprend dès lors pourquoi on a rencontré si rarement les solutions multiples.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les quatre cas fondamentaux des nombres dérivés*. Note [1] de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Jordan.

Des 85 manières distinctes d'associer en un point les quatre dérivés extrêmes d'une même fonction continue, modes différant les uns des autres soit par le signe des dérivés infinis, soit par les relations d'inégalité ou d'égalité présentées par les dérivés finis, combien de ces types de groupe-

[1] Séance du 26 juillet 1915.

ments peuvent exister en tous les points à la fois d'un ensemble épais? Les deux théorèmes généraux énoncés dans ma Note du 14 juin dernier fournissent à cette question une réponse remarquablement simple. Appelons *associés* deux dérivés extrêmes relatifs à un même côté en un même point; *opposés*, deux dérivés extrêmes de côté et de rang différents. Alors, *sur une pleine épaisseur du continu, deux dérivés associés sont égaux s'ils sont finis, inégaux si l'un au moins est infini. Deux dérivés opposés sont simultanément égaux et finis ou inégaux et infinis.*

Désignons respectivement par A, B, C, D les quatre cas suivants de dérivés droits associés :

(A) $\Delta_d = +\infty, \quad \delta_d = -\infty;$

(B) $\Delta_d = +\infty, \quad \delta_d$ fini;

(C) $\Delta_d = \delta_d$ finis (dérivée droite finie);

(D) Δ_d fini, $\quad \delta_d = -\infty.$

Soient, pour le côté gauche, A′, B′, C′, D′ les cas analogues aux premiers, l'indice d étant remplacé par l'indice g. Les seuls cas réalisables sur des ensembles épais sont les suivants au nombre de quatre :

(AA′) $\Delta_d = +\infty, \quad \delta_d = -\infty, \quad \Delta_g = +\infty, \quad \delta_g = -\infty;$

(BD′) $\Delta_d = +\infty, \quad \delta_d = \Delta_g$ finis, $\quad \delta_g = -\infty;$

(CC′) $\Delta_d = \delta_d = \Delta_g = \delta_g$ finis (dérivée bilatérale finie);

(DE′) $\Delta_d = \delta_g$ finis, $\quad \delta_d = -\infty, \quad \Delta_g = +\infty.$

Les 81 autres cas ne sont réalisables que sur un ensemble total mince. La relation la plus nouvelle, à ma connaissance, fournie par ce Tableau est la suivante :

Un dérivé extrême D de rang et de côté donnés ou inconnus étant fini en tout point d'un ensemble épais E, d'une part on ne peut, pour le second dérivé D′ relatif au même côté, obtenir de conclusion plus précise que celle-ci : sur une pleine épaisseur de E, D′ est soit fini et égal à R, soit infini. Mais on est assuré que *le dérivé* D *opposé* (pour le côté et pour le rang) à D, D_1 *est, sur une pleine épaisseur de* E, *égal à* D. Voici d'autres conséquences du même théorème :

Si sur un ensemble épais E, *une fonction continue* f *possède en tout point un dérivé bilatéral médian, alors sur une pleine épaisseur* E′ *de* E, f *possède de chaque côté les dérivés extrêmes* $+\infty$ *et* $-\infty$ *et, en tout point de* E′, *tout nombre fini est un dérivé médian bilatéral de* f.

Réalisation des cas fondamentaux sur des ensembles épais. — Soit P un ensemble parfait épais ou mince, $a_n b_n$ ou u_n son intervalle contigu numéroté n. P étant déduit du segment ab de ses points extrêmes par extraction successive des intervalles $u_1, \ldots, u_n, \ldots$, soit p_n le segment conservé dans ab après la suppression de $u_1, \ldots, u_{n-1}$ et contenant u_n.

Si f est nul sur P et vaut sur u_n

$$\sqrt{p_n} y\left(\frac{x-a_n}{u_n}\right),$$

$y(x)$ étant une fonction définie entre 0 et 1, alors, selon que

$$y(x)=y_1(x)=\sqrt{x(1-x)}\sin^2\frac{1}{x(1-x)}, \qquad y=y_2(x)=-y_1,$$
$$y=y_3(x)=\sqrt{x(1-x)}\sin\frac{1}{x(1-x)},$$

dans ces trois cas respectifs, f, qui est continue partout et possède en tout point étranger à P une dérivée bilatérale finie, présente sur P les cas différentiels [BD'], [DB'] et (AA'), les dérivés finis et égaux dans les deux premiers cas étant nuls.

Convenons de dire d'une fonction continue $f(x)$ qu'elle est *doublement nulle sur un ensemble fermé* P si elle est : 1° nulle sur P ; 2° égale hors de P au carré de la distance de x à P, multipliée par un facteur borné. f possède alors une dérivée nulle en tout point de P. Dans un contigu u_n de P, elle vaut $\lambda(x-a_n)^2(b_n-x)^2 : u_n$, λ étant borné. Le maximum de la valeur absolue de λ est par définition le coefficient de f. Considérons une suite d'ensembles parfaits P_n dont chacun contient les précédents et une suite de fonctions continues f_m, telles que f_m soit doublement nulle sur P_{m-1} avec le coefficient α_m et possède une dérivée bilatérale finie et continue hors de P_m. Alors, si la série α_m est convergente, la série f_m a pour somme une fonction continue présentant en tout point de P_m le même cas différentiel que f_m. De là, cette conséquence : *Si l'on décompose indifféremment le continu linéaire en quatre ensembles deux à deux distincts*, E_1, E_2, E_3, E_4 (pouvant être partout épais tous les quatre), *il est toujours possible de former une fonction continue f réalisant respectivement les quatre cas fondamentaux sur des pleines épaisseurs de* E_1, E_2, E_3, E_4.

Enfin, s'il est bien aisé de voir qu'une fonction ne saurait, sans être constante, admettre en tout point le dérivé médian ou extrême zéro pour un côté invariable, il est curieux d'observer que la même conclusion n'est plus nécessaire si le côté de ce dérivé partout nul peut changer d'un point à un autre.

La fonction

$$f = \sum_{1}^{\infty} |n'|^{-n+1} \cos |n'|^{n} \pi x$$

possède en tout point le dérivé médian ou extrême zéro pour un côté au moins, le dérivé supérieur $+\infty$ *pour au moins un côté avec le dérivé inférieur* $-\infty$ *pour l'autre; enfin, sur une épaisseur pleine* (qui est même un résiduel), *le dérivé* $+\infty$ *et* $-\infty$ *de chaque côté* (et par suite le dérivé bilatéral médian zéro) [1].

PHYSIQUE. — *Sur la correction de l'erreur introduite par la cuve dans la détermination du pouvoir diathermane des liquides.* Note [2] de M. **J. Vallot**, présentée par M. E. Bouty.

Dans la détermination du pouvoir diathermane des liquides, la nécessité d'avoir recours à une cuve pour contenir le liquide oblige à faire subir au résultat une correction relative à l'absorption propre de la cuve. L'absorption d'une cuve vide, formée de deux lames à faces parallèles, est

$$I'_2 = IR^2 \alpha^{2l}.$$

Dans la pratique, on se dispense de calculer les éléments de cette formule, et l'on ne mesure pas l'intensité initiale I. On mesure :

I'_2, intensité après la traversée de la cuve vide;
I_3, intensité après la traversée de la cuve pleine de liquide;

et l'on prend pour le pouvoir diathermane la valeur

$$B^m = \frac{I_3}{I'_2}.$$

Les résultats obtenus ainsi sont inexacts, par la raison que l'introduction du liquide modifie les réflexions R^2. En effet, la théorie et l'expérience montrent que, si le liquide a le même indice de réfraction que le verre de la cuve, les réflexions intérieures sont supprimées, de sorte que R^2 devient R.

---

(1) Les résultats contenus dans cette Note et dans celles des 1er mai et 14 juin 1915 sont développés dans un Mémoire qui paraîtra dans un autre Recueil.

(2) Séance du 2 août 1915.

Pour la plupart des liquides, l'indice est seulement voisin de celui du verre; dans ce cas, les réflexions intérieures sont seulement très affaiblies, et R^2 doit être remplacé par une quantité r^2 qui doit être déterminée expérimentalement pour chaque liquide.

Pour cette détermination, le procédé suivant m'a donné de bons résultats :

On verse sur l'une des plaques de la cuve démontable quelques gouttes de liquide, que l'on comprime avec l'autre plaque. Le système forme alors une cuve capillaire, dans laquelle le liquide, lorsqu'il est incolore, est trop mince pour avoir une absorption sensible, tandis qu'il est suffisant pour produire les réflexions, celles-ci n'étant pas fonction de l'épaisseur.

Mesurant l'intensité après le passage à travers la cuve capillaire contenant le liquide, on obtient

$$I''_2 = I\, r^2 \alpha^{2l},$$

formule qui permet de calculer r^2 ou, plus simplement, de calculer directement le pouvoir diathermane par la formule

$$B''^{m} = \frac{I_3}{I''_2}.$$

Le Tableau suivant donne quelques chiffres, extraits de ma série de déterminations et calculés comparativement, par la méthode ancienne erronée et par la méthode correcte que je propose. La transmissibilité de la lumière *solaire* y a été mesurée pour des cuves de 10^{mm}, de $0^{mm},2$ et pour la cuve capillaire :

Liquide.	Indice de réfraction.	Transmissibilité pour rayon initial 100.			Pouvoir diathermane. Formule erronée.		Pouvoir diathermane. Formule nouvelle.	
		10^{mm}.	$0^{mm},2$.	capillaire.	10^{mm}.	$0^{mm},2$.	10^{mm}.	$0^{mm},2$.
Alcool méthylique........	1,329	73,9	86,6	89,5	88,5	103,7	82,6	96,8
Eau distillée............	1,333	70,6	86,2	89,4	84,6	103,2	79,0	96,4
Tétrachlorure de carbone..	1,466	87,3	89,3	90,3	104,6	107,0	96,7	98,9
Essence de térébenthine...	1,474	78,6	89,0	90,4	94,1	106,2	87,0	98,5
Bromoforme..............	1,589	83,8	89,4	90,2	100,4	107,1	92,9	99,1
Sulfure de carbone........	1,628	86,4	88,5	89,6	103,5	106,0	96,4	98,8

La nouvelle méthode fait disparaître les anomalies nombreuses que des mesures plus multipliées de pouvoirs diathermanes me faisaient apercevoir. On n'avait guère remarqué que le cas paradoxal du sulfure de carbone qui semble transmettre plus de chaleur qu'il n'en reçoit (103,5). On avait cru trouver l'explication de ce fait dans l'indice de réfraction de ce liquide, indice plus élevé que celui du verre. Le bromoforme (100,4) semblerait confirmer cette hypothèse; mais on voit ici que les pouvoirs dia-

thermanes de l'essence de térébenthine (103,8) et du tétrachlorure de carbone (104,6) sont encore plus élevés, bien que leurs indices soient plus faibles que celui du verre. L'explication par l'indice n'est donc pas valable. De plus, si l'on mesure les pouvoirs diathermanes sous une faible épaisseur ($0^{mm},2$), *tous* les liquides donnent des chiffres anormaux, supérieurs à 100, avec la méthode erronée. Les nouveaux chiffres sont, au contraire, *tous normaux*.

Pour les liquides incolores, les chiffres qui représentent le coefficient capillaire sont très peu différents entre eux, et sont généralement en rapport assez étroit avec l'indice de réfraction; on pourrait, dans la pratique, établir un rapport assez étroit avec l'indice de réfraction et se servir d'un seul rapport approximatif entre ces quantités. Pour les liquides colorés, la méthode est la même, mais les couleurs produisent une absorption, même sous une épaisseur capillaire, et abaissent plus ou moins les coefficients; aussi chacun d'eux doit être déterminé expérimentalement.

RADIOGRAPHIE. — *Sur la localisation des projectiles par la radiographie.* Note (¹) de MM. **Albert Gascard** et **Émile Beignot-Devalmont**, présentée par M. Ch. Moureu.

En 1896, l'un de nous, en collaboration avec M. Buguet (²), donnait une méthode simple pour déterminer, par la radiographie, la profondeur des projectiles dans le corps. Depuis, de nombreux procédés ont été décrits, qui dérivent du même principe et permettent de localiser le projectile, mais exigent des appareils souvent coûteux.

Pour localiser un projectile dont nous connaissons la profondeur, il suffit de déterminer sur le blessé une droite perpendiculaire à la plaque et contenant le projectile. Ce problème est facile à résoudre avec précision et sans recourir à aucun matériel spécial. Voici comment nous opérons :

Nous fixons sur le blessé deux repères A et B sur la face antérieure et deux autres repères M et N sur la face postérieure, nous déterminons sur la plaque les projections orthogonales α, β, μ, ν de ces quatre repères et celle π du projectile P; nous découpons sur un calque les triangles α, β, π

(¹) Séance du 26 juillet 1915.

(²) Buguet et Gascard, *Comptes rendus*, t. 122, 1896, p. 786.

et μ, ν, π et nous les transportons sur le blessé en les orientant convenablement et en faisant coïncider les sommets α, β, μ, ν avec les repères A, B, M, N, les troisièmes sommets de ces triangles sont alors sur une droite passant par le projectile.

Pour déterminer les projections orthogonales des points A, B, M, N, P nous faisons deux poses sur la même plaque en éclairant de deux points O_1 et O_2 dont les projections orthogonales sur la plaque sont ω_1 et ω_2, ce qui nous donne pour chaque point deux ombres $a_1 a_2$, $b_1 b_2$, $m_1 m_2$, $n_1 n_2$, $p_1 p_2$, et les points tels que α sont à l'intersection des droites telles que $\omega_1 a_1$, $\omega_2 a_2$. En général, les points M et N étant contre la plaque, chacun d'eux donne une seule ombre, laquelle est également la projection orthogonale du repère, ce qui évite toute construction.

La construction indiquée exige la connaissance des points ω_1, ω_2, et ces points sont faciles à déterminer.

Dans le cas de deux repères supérieurs A et B, on peut mettre O_1 et O_2 sur les verticales de A et B, et, par suite, ω_1 se confond avec a_1 et ω_2 avec b_2, mais nous trouvons souvent avantage à opérer d'une manière plus rapide et plus précise.

Nous mettons O_1 et A sur la même verticale, puis nous déplaçons O_1 d'une quantité connue d pour l'amener en O_2, $O_1 O_2$ ayant une direction quelconque parallèle à la plaque; ω_2 se trouve alors sur la droite $a_1 a_2$ et à une distance $a_1 \omega_2 = d$ opposée à $a_1 a_2$.

Connaissant les deux points ω_1 et ω_2, nous avons, en traçant deux droites, la verticale de chaque point intéressant, et nous pouvons découper les triangles à transporter sur le blessé.

Les points par où passe la verticale du projectile sont en somme déterminés en coordonnées bipolaires. Dans certains cas (surfaces restreintes) nous opérons en coordonnées cartésiennes, les axes étant matérialisés par des croix en fil de plomb, une croix remplaçant deux repères.

Il est facile de déterminer plusieurs droites passant par le projectile. Ainsi le point Q où la droite AP rencontre la plaque est à l'intersection de $a_1 p_1$ et de $a_2 p_2$. Cette détermination n'exige la connaissance ni de la hauteur du tube, ni de son déplacement; elle peut être utile dans certains cas.

Si nous appelons P_1 et P_2 les points déterminés sur le blessé par les sommets π des triangles que nous avons découpés, le projectile P est sur la droite $P_1 P_2$ et les longueurs PP_1 et PP_2 sont connues. Il est facile de donner au chirurgien une indication plus précise de l'endroit où il y a lieu d'intervenir et de la profondeur du projectile dans une direction donnée.

Portons sur le bord d'une feuille de papier deux points P'_1 et P'_2 tels que $P'_1 P'_2 = P_1 P_2$ et un point P' tel que $P' P'_1 = PP_1$ et traçons un certain nombre de droites rayonnant de ce point P', découpons ensuite la feuille de papier de manière que les points P'_1 et P'_2 puissent s'appliquer sur P_1 et P_2, le corps du blessé occupant l'échancrure faite dans le papier, nous verrons alors sur la feuille des segments de droite qui convergent tous vers le projectile, indiquant à la fois sa direction et sa profondeur dans chaque direction.

Les avantages de ces procédés de localisation (deux repères ou une croix de chaque côté) sont les suivants :

Ils n'exigent qu'une épure dans laquelle il suffit de joindre des points distants au plus de 15^{cm}. Les profondeurs se calculent par la formule indiquée en 1896, pour laquelle on peut établir un barême ou des abaques.

La plus grande liberté est laissée au radiographe qui peut toujours placer le blessé de façon que le projectile soit le plus près possible de la plaque, donnant ainsi deux ombres bien visibles.

Le déplacement du tube peut être fait dans un sens quelconque, et l'on choisit celui qui donne une mesure rigoureuse de la distance *d*.

Les manipulations sont réduites au minimum et les résultats obtenus sont absolument exacts.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des carbures de formule* $\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!>\!CH - R$, R *étant un noyau aromatique*. Note [1] de M. F. Bodroux, présentée par M. A. Haller.

Quand, dans une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium en excès, on fait tomber goutte à goutte une solution éthérée de bromodiphénylméthane, $C^6H^5 - CHBr\,C^6H^5$, une réaction énergique se déclare. Celle-ci terminée, la liqueur résultante, après traitement par l'eau glacée légèrement acidulée, puis lavage, fournit par évaporation un abondant résidu solide blanc.

Le produit ainsi préparé, après avoir été exprimé entre des feuilles de papier buvard, fond vers 88°. Distillé sous la pression ordinaire, il passe en presque totalité entre 350° et 360°. Soumis à la cristallisation dans l'alcool, il se présente sous la forme de prismes blancs fusibles à 93°. En dissolvant ceux-ci à chaud dans le benzène, il se dépose par refroidissement de gros prismes transparents, fusibles à 76°-77°, qui, au

(1) Séance du 2 août 1915.

contact de l'atmosphère, deviennent rapidement opaques et s'effleurissent en abandonnant du benzène.

Ces caractères montrent que le composé obtenu est le triphénylméthane, dont la formation est exprimée par l'équation suivante :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!>\!CHBr + C^6H^5-MgBr = MgBr^2 + \begin{matrix} C^6H^5\diagdown \\ C^6H^5-CH. \\ C^6H^5\diagup \end{matrix}$$

Avec 24g,7 de bromodiphénylméthane ($\frac{1}{10}$ de molécule-gramme) dissous dans son poids d'éther et 20g de bromure de phényle, quantité un peu supérieure à celle qui est nécessaire à la réaction, j'ai obtenu 21g,2 de triphénylméthane. Le rendement calculé par rapport au bromodiphénylméthane employé est de 86,8 pour 100.

Cette grande faculté réactionnelle du bromodiphénylméthane s'explique par ce fait que l'atome de brome est fixé à un atome de carbone uni à deux radicaux électronégatifs :

Ce dérivé halogéné se comporte vis-à-vis de l'organomagnésien comme le ferait le bromure d'allyle. Il y a cependant lieu de faire remarquer que, dans les mêmes conditions expérimentales, le chloro-αα-dinaphtylméthane, qui a une constitution analogue, agit d'une façon un peu différente : au lieu de fournir le phényl-αα-dinaphtylméthane, il donne naissance au tétra-α-naphtyléthane symétrique ([1]).

Le bromodiphénylméthane fait aussi double décomposition avec le bromure de paratolylmagnésium. Le produit solide, fourni par la réaction, est imprégné d'une substance huileuse qu'on enlève par lavage à l'alcool froid. Le résidu, après expression, fond vers 68°. Dissous dans l'acool bouillant et décoloré par le noir animal, ce corps se dépose par refroidissement en prismes fusibles à 72°. C'est le paratolyldiphénylméthane, préparé précédemment ([2]) par une autre méthode.

Il était intéressant de voir si ce procédé de préparation de carbure à trois noyaux dérivés du diphénylméthane s'appliquait à la série naphtalénique : dans ce but, j'ai cherché à obtenir l'α-naphtyldiphénylméthane.

Plusieurs savants ont préparé ce corps par des méthodes différentes ([3]). Celui-ci se présente sous deux modifications fusibles à 134° et à 149°, qui

---

([1]) Schmidlin et Massini, *D. ch. G*, t. 42, p. 2384.

([2]) Acree, *Am. chem Journ.*, t. 29, p. 588.

([3]) *Berichte der d. ch. G.* : Leherne, t. 13, p. 358; Acree, t. 37, p. 617; Ullmann, t. 38, p. 2215.

se transforment l'une dans l'autre par cristallisation fractionnée ou par fusion.

Le bromodiphénylméthane réagit énergiquement sur le bromure d'α-naphtylmagnésium. Le produit de l'opération est un solide qu'imprègne une substance gommeuse jaune : celle-ci s'élimine par des lavages à l'éther froid. La substance solide blanche résiduelle, dissoute à chaud dans des solvants variés, s'est déposée dans certains cas en cristaux fusibles à 134°, dans d'autres cas en cristaux fusibles à 149°, parfois enfin sous la forme d'un mélange des deux modifications. Celle fusible à 134°, après fusion et refroidissement, fondait à 149°, et ce dernier, produit par cristallisation, fournissait soit l'isomère fusible à 134°, soit le mélange des deux modifications.

La réaction fournit donc bien l'α-naphtyldiphénylméthane, le rendement étant de 60 pour 100 environ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dédoublement de la nataloïne β et de l'homonataloïne β.* Note [1] de M. **E. Léger**, transmise par M. E. Jungfleisch.

Sous le nom de *nataloïne* β, j'ai désigné une aloïne obtenue par la saponification du dérivé pentacétylé correspondant [2], lequel est inactif sur la lumière polarisée. La nataloïne β devrait donc, elle aussi, être inactive ; cependant le composé que j'ai obtenu accusait toujours une légère déviation, soit à droite, soit à gauche. Ceci peut s'expliquer si l'on admet que les cristallisations utilisées pour la purification de la nataloïne β font subir à celle-ci un commencement de dédoublement; c'est ce que montrent les expériences suivantes :

Dédoublement de la nataloïne β. — Une nataloïne β dont le pouvoir rotatoire était égal à $-24°$ fut soumise à des cristallisations réitérées dans l'alcool à 60° (1^g d'aloïne et 17^{cm^3} de dissolvant). Après trois cristallisations, ce pouvoir rotatoire atteignit la valeur $\alpha D = -145°$, c'est-à-dire celle du pouvoir rotatoire de la nataloïne naturelle. Une quatrième cristallisation n'amena pas de changement appréciable dans la rotation : obtenu $-146°,5$.

En faisant recristalliser le mélange des aloïnes retirées des différentes eaux mères de cette aloïne gauche, mélange dont le pouvoir rotatoire était

---

(1) Séance du 2 août 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1189.

voisin de $-15°$, il se déposa une aloïne dextrogyre avec $\alpha D = +63°$, tandis que les eaux mères renfermaient une aloïne avec $\alpha D = -50°$ qui, par recristallisations successives, pourrait atteindre la valeur $-145°$ qui est, comme nous venons de le dire, celle de la nataloïne naturelle.

Ainsi donc, on peut arriver, par cristallisations successives, à obtenir, à l'aide de la nataloïne β, une nataloïne gauche identique à la nataloïne naturelle. D'une façon générale, cette méthode permet de scinder les mélanges de nataloïnes droite et gauche en deux fractions, la nataloïne droite se concentrant, soit dans les cristaux déposés, soit dans les eaux mères de ceux-ci.

Avec une aloïne dont αD est voisin de $-15°$, les cristaux déposés peuvent être dextrogyres, tandis que les eaux mères renferment des aloïnes dont la rotation gauche est supérieure à $-15°$.

Avec une aloïne dont αD est voisin de $-50°$, la recristallisation fournit, au contraire, des cristaux dont la rotation à gauche est augmentée jusqu'à atteindre celle de la nataloïne naturelle, tandis que la rotation à gauche des cristaux déposés des eaux mères est diminuée.

Pour la nataloïne droite, il est impossible de dépasser notablement la valeur $\alpha D = +63°$. Ni la recristallisation, ni la précipitation des solutions alcooliques par l'eau n'ont pour effet de modifier sensiblement ce nombre. De ceci, il faut conclure que nous nous trouvons en présence d'une combinaison, à peu près indédoublable, de nataloïne droite et de nataloïne gauche. Ce pouvoir rotatoire est celui qu'aurait une combinaison de 5^{mol} de nataloïne droite et de 2^{mol} de nataloïne gauche.

Contrairement à ce qu'on observe d'ordinaire, ce dédoublement de la nataloïne β n'est donc que partiel, puisqu'il donne lieu, d'une part, à une combinaison de nataloïnes droite et gauche et, d'autre part, à de la nataloïne gauche.

Le dérivé pentacétylé de la nataloïne β étant inactif, nous pouvons conclure de ces faits que la nataloïne β qui, à l'état pur, serait inactive, ainsi que je l'ai observé pour l'homonataloïne β, est un composé racémique.

Dans le but d'obtenir cette nataloïne racémique pure, j'ai cherché à éviter les recristallisations qui, comme on l'a vu, ont pour effet de la dédoubler partiellement.

J'ai précipité, par l'eau, la solution alcoolique provenant de la saponification du dérivé pentacétylé correspondant; j'ai ainsi obtenu un précipité cristallin qui, lavé à l'alcool à 60°, m'a donné $\alpha D = +61°,5$, tandis que les eaux mères renfermaient une aloïne lévogyre. Ici, le dédoublement

s'effectue, on peut dire, plus nettement que par la méthode des recristallisations; mais le but en vue duquel cette expérience avait été tentée ne fut nullement atteint.

Dédoublement de l'homonataloïne β. — Mettant à profit l'expérience acquise, j'ai employé exclusivement dans cette opération la méthode de précipitation. Pour cela, une solution chaude d'homonataloïne β, dans l'alcool à 60°, fut additionnée d'un grand volume d'eau distillée froide. Le précipité, formé de petites aiguilles, a donné $\alpha D = +63°$, alors que l'aloïne d'où l'on était parti avait donné $\alpha D = +8°$.

Par concentration dans le vide, l'eau mère fournit une aloïne avec $\alpha D = -72°$. Trois cristallisations successives de cette dernière aloïne portèrent son pouvoir rotatoire à $-147°,6$, c'est-à-dire à une valeur sensiblement égale à celle du pouvoir rotatoire de l'homonataloïne naturelle qui est $-149°,7$.

Comme pour la nataloïne, le pouvoir rotatoire $+63°$ reste sensiblement le même, qu'on multiplie les cristallisations ou qu'on emploie la méthode des précipitations fractionnées. Cette valeur $+63°$ correspond également à celle qu'aurait la combinaison de 5^{mol} d'homonataloïne droite avec 2^{mol} d'homonataloïne gauche.

Enfin, la conclusion à laquelle nous arrivions à propos de la nataloïne β s'applique exactement à l'homonataloïne β, à savoir que cette dernière est aussi un composé racémique susceptible d'être dédoublé en homonataloïne gauche, identique au produit naturel et en une combinaison dextrogyre dont nous venons d'indiquer la composition.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Emploi de l'aluminium comme antitartre dans les chaudières à vapeur.* Note (1) de M. I. **Pouget**, transmise par M. Schlœsing fils.

On sait que les bains-marie de laboratoires, qui sont munis de dispositifs à niveau constant, se recouvrent, lorsqu'on les alimente avec de l'eau de fontaine, d'une couche de tartre qui finit par obstruer complètement le tube d'alimentation.

J'ai constaté qu'un appareil de ce genre, qui avait été *peint intérieu-*

(1) Séance du 26 juillet 1915.

rement avec de la peinture à l'aluminium, a pu fonctionner, d'une manière à peu près continue, pendant trois ans, sans nécessiter de nettoyage.

Les expériences suivantes montrent bien que cette action est due à la présence de l'aluminium métallique.

On a fait bouillir de l'eau dans deux récipients en fer, préalablement pesés, et munis des ajutages nécessaires pour l'alimentation continue. Dans un de ces récipients on avait placé un petit sachet plein de poudre d'aluminium. Après une quinzaine de jours de chauffage, aussi identique que possible, les deux appareils ont été vidés et pesés : l'augmentation de poids donnait le poids de tartre adhérant aux vases. On a trouvé :

Poids du tartre dans le vase avec Al	7^g
Poids du tartre dans le vase sans Al	17^g

La même expérience a été faite en mettant, dans l'eau de l'un des vases, de la grenaille d'aluminium pour aluminothermie. On a trouvé :

Poids du tartre dans le vase avec Al	13^g
Poids du tartre dans le vase sans Al	19^g

La présence d'aluminium métallique dans une chaudière s'opposera donc à la formation du dépôt de tartre; l'aluminium en poudre aura une action plus grande que l'aluminium en grenaille; et, comme le montre la constatation indiquée au début de cette Note, une simple peinture à l'aluminium de l'intérieur des chaudières donnera de bien meilleurs résultats.

Ces simples faits me paraissent pouvoir donner lieu à des applications pratiques très importantes; j'ai cru bon de les signaler. La peinture employée était obtenue en délayant de la poudre d'aluminium dans de l'essence de térébenthine additionnée de résine.

GÉOLOGIE. — *Itinéraires géologiques à travers le Maroc central.* Note [1] de MM. **Russo** et **Tussau**, transmise par M. Depéret.

Cette Note est le résumé d'observations et de coupes géologiques faites à travers le Maroc central, sur 500^{km} d'itinéraires principaux, exécutés soit pendant des séjours dans divers centres militaires, soit lors des déplacements avec les colonnes. L'un de nous a même pu faire un levé géologique détaillé au millionième de la Chaouïa sud, du Doukhala nord et du

[1] Séance du 2 août 1915.

Rehamna, et nous avons ensemble établi un profil géologique transverse de la côte à l'Atlas, sur 250^{km} de longueur, entre Casablanca et Khenifra.

Cette partie du Maroc central est formée, à partir de l'Océan, de trois régions distinctes : 1° une région de *plateaux à structure tabulaire*, large de 150^{km}; 2° une région fortement plissée et fracturée à revêtement carbonifère et peut-être jurassique, constituant une sorte de *Préatlas* ou de « *Jura marocain* » ; 3° une région de grandes chaînes que nous avons à peine abordée, l'*Atlas*.

1° *Région des plateaux tabulaires.* — Ces plateaux, qui appartiennent chacun à un niveau géologique bien défini, s'étalent entre les jambages d'éperons hercyniens parallèles, descendant vers la mer perpendiculairement à l'Atlas. Ces bandes primaires, répondant à la *Meseta marocaine* de M. Gentil, sont bien représentées par les quartzites d'Anfa inférieur, d'El Hank, de Feddalah, d'oued Ikem le long de la côte. Dans l'intérieur, parfois cachées sous des sédiments plus récents, elles reparaissent sous forme de « *Sokhrats* », sortes de murs verticaux de quartzites surgissant brusquement des terrasses. Ces éperons vont en s'élargissant de la côte à l'Atlas, et à la bordure du plateau de Settat, entrent dans la falaise sous forme de contreforts, allant jusqu'à 500^{m} de diamètre ou d'arceaux juxtaposés couvrant une vingtaine de kilomètres.

On doit distinguer une *première terrasse récente* ou *quaternaire*, sur laquelle se brise le flot, en formant la *barre* de tout l'Ouest africain. Formée de grès friable ou de calcaires riches en coquilles actuelles, elle est percée en maints endroits par des quartzites et des porphyrites, dépendances des éperons hercyniens.

Immédiatement en arrière, vient la *terrasse pliocène*, représentée par les calcaires de Casablanca et de Bou-Znika, les calcaires et sables de Ber Rechid, les sables du Doukhala inférieur. Elle existe aussi sous forme de grès glauconieux et de sables verts, par exemple à l'oued Bet, dominé sur 70^{m} de hauteur par une falaise de cette terrasse.

La terrasse pliocène nous a fourni : *Nassa mutabilis* Lin., *Terebratula ampulla* Broc.

Sur le plateau pliocène, on rencontre de nombreuses dépressions (Tit Mellil, Aïn Krolka, Aïn Seba, etc.), ou *cuvettes d'effondrement*, contenant parfois des *dépôts quaternaires continentaux*, tels que des sables ou des calcaires gris tuffacés, où ont été recueillies des molaires d'*Elephas atlanticus* Pomel, conservées à Casablanca. Ailleurs, comme à Médiouna, il s'agit

d'un véritable læss à poupées calcaires, d'origine éolienne, avec coquilles terrestres.

Immédiatement après cette terrasse pliocène et s'unissant à elle en pente douce, s'élève le *plateau miocène* qui commence un peu au sud de Ber Rechid et couvre la Chaouïa et le Doukhala supérieurs. Au lieu d'être formé d'éléments mal stratifiés et de composition inconstante, le plateau miocène offre une composition régulière, bien nette par exemple sur les bords de l'Oum er Rbia.

4. Cailloutis fluviatiles.
3. Grès calcarifères.
2. Calcaires gréseux, blancs, cristallins.
1. Calcaires marneux et marnes jaunes tendres.

Substratum de grès rouges ou bariolés probablement triasiques.

Dans les zones 1 à 3, nous avons recueilli, à Bou-Laouane, les fossiles suivants déterminés par M. Ch. Depéret : *Pecten Dunkeri* Mayer, *Ostrea plicatula* Lam., *Cardium* cf. *burdigalinum* Lam., *Arca* sp., *Turritella terebralis* Lam., *Proto cathedralis* Bl., *Pirula* cf. *condita* Lam.

Ces fossiles indiquent très nettement une transgression miocène du deuxième étage méditerranéen ou *Vindobonien*. L'étage *Burdigalien* ne semble pas y être représenté.

Le dernier élément du système tabulaire, le plateau crétacé de Settat, apparaît comme très important. Il se montre de loin comme une longue ligne de falaises jaillissant brusquement de la terrasse miocène, par endroits (S^i et Haïdi) avec une dénivellation de 200^m. Cette falaise crétacée, parallèle à la côte actuelle, a été érodée par les eaux des mers tertiaires, mais les jambages hercyniens du substratum ont formé des sortes d'épis protecteurs, et n'ont permis à l'érosion de l'atteindre que d'une manière irrégulière.

La structure du plateau crétacé, sensiblement horizontale et assez uniforme, est mise à jour en de nombreux points par les oueds. On observe à peu près partout de haut en bas :

7. Calcaires jaunâtres durs.
6. Calcaires jaune d'or fossilifères.
5. Calcaires marno-crayeux blancs fossilifères (oued Zem).
4. Grès.
3. Argiles jaunes.
2. Argiles rouges probablement triasiques.
1. Conglomérats rouges probablement triasiques.

L'âge des diverses assises du Crétacé supérieur ne peut encore être pré-

cisé d'une manière définitive. Cependant, dans les calcaires crayeux blancs de l'assise 5, nous avons recueilli des fossiles à l'état de moules et de contre-empreintes, parmi lesquelles MM. Depéret et Dareste de la Chavanne ont pu reconnaître *Plicatula auressensis* Coq. du Cénomanien de l'Aurès. Dans les calcaires dorés de l'assise 6, ils ont reconnu *Cardium productum* Sow. espèce à la fois cénomanienne et turonienne. Il semble donc que la transgression crétacée supérieure ait débuté sur la Meseta marocaine dès le Cénomanien, sans qu'il soit possible d'affirmer encore l'existence d'étages plus jeunes de la Craie supérieure.

GÉOPHYSIQUE. — *Le déficit et l'excès de la pesanteur sur les continents et les îles en rapport avec la condition isostatique de la croûte terrestre.* Note [1] de M. **Emile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai montré [2] comment, dans l'hypothèse d'un déluge austral primitif, le fond des mers, décapé par les courants océaniques Sud-Nord, est devenu de plus en plus dense, tandis que les sédiments légers devant former les soubassements profonds des continents se sont accumulés rapidement en s'enfonçant dans la croûte encore mince, où leur poids se mettait en équilibre hydrostatique avec le magma fondu sous-jacent. Au *déluge critique* dont les courants vers la température de 364° ont déterminé les traits profonds de l'architecture terrestre, a succédé lentement le *déluge normal*, achevant de remplir, sur une hauteur de 2000^{m}, les bassins des océans primitifs entre 364° et 100°. Dans cette hauteur de 2000^{m} se produiront presque tous les événements géologiques ultérieurs, et, par suite, la notion du déluge austral primitif ne peut être en contradiction avec les résultats les plus certains de la Géologie. Une des conséquences de cette notion est la différence systématique de densité qui doit exister dans le fond des océans et sous les continents, et dont il faut préciser l'influence sur les mesures de la pesanteur.

Soient M un point continental d'altitude h, N le point où la verticale de M perce la surface des mers prolongée, R le rayon terrestre, A_M, A_N l'attraction en M et N. Soient les densités moyennes, D sur la hauteur h du continent, D' sur une hauteur H sous le

---

(1) Séance du 26 juillet 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 647; t. 159, p. 89.

continent et au-dessous du niveau de la mer, D'' sur la même hauteur H au-dessous du niveau de la mer, mais mesurée en dehors du continent. On aura en général

$$D < D' < D''$$

et, sans tenir compte de l'attraction topographique autour de M,

$$(1) \qquad A_M = A_N\left(1 - \frac{2h}{R}\right) + 2\pi f h D\left(1 - \frac{h}{2a} + \ldots\right) - \varepsilon,$$

a est le rayon d'un cylindre de matière continentale assez grand pour qu'on puisse négliger $\frac{h^2}{a^2}$. La réduction de l'attraction A_N à l'altitude h suppose implicitement que dans le premier terme $D' = D''$. Il faut donc diminuer A_M d'une quantité ε correspondant à l'attraction sur M d'un cylindre de matière de hauteur H, de densité $D'' - D'$ et de rayon a' suffisamment grand ; d'où, par une formule connue,

$$(2) \qquad \begin{aligned} \frac{\varepsilon}{2\pi f} &= (D'' - D')\left[H + \sqrt{a'^2 + h^2} - \sqrt{a'^2 + (h+H)^2}\right] \\ &= H(D'' - D')\left(1 - \frac{h}{2a'} - \frac{H+h}{2a'} + \ldots\right). \end{aligned}$$

Mais, pour que les développements représentent avec la même approximation, dans les formules (1) et (2), l'attraction des cylindres a et a' sur M, on doit avoir

$$\frac{h}{a} = \frac{H+h}{a'},$$

et, par suite, h étant petit par rapport à H, $\frac{h}{a'}$ est d'un ordre supérieur à $\frac{h}{a}$. Dès lors, ε sera égal au second terme de (1) si l'on a

$$hD = H(D'' - D').$$

Cette condition, sous laquelle (1) se réduit à son premier terme, est la relation isostatique exprimant que, sur le niveau $-H$, les hauteurs $h + H$ de matière continentale font équilibre à la hauteur H de matière mesurée en mer au-dessous de son niveau.

Les recherches de Clarke, de Faye et de l'Association géodésique internationale ont, en effet, permis de reconnaître que les observations coïncident avec la formule (1) lorsqu'on la réduit à son premier terme, ce qui équivaut à supposer la condition isostatique réalisée.

Cherchons, de même, si l'excès de pesanteur constaté sur les îles est en rapport avec la condition isostatique de la croûte.

Soient A_0, A_1 l'attraction normale respectivement en pleine mer et sur une île; D la densité du cône sous-marin, de hauteur h, ayant un rayon de base r, qui porte

l'île; D' la densité d'un cylindre solide supportant le cône D et de hauteur H, D'' la densité du fond sous-marin sur la même hauteur. On a

$$(3) \qquad A_1 - A_0 = 2\pi f h(D-1)(1-\cos\gamma) - \varepsilon' \qquad (r = h \tan\gamma).$$

L'attraction A_0 suppose tout le fond sous-marin à la densité $D'' > D'$ et la mer régnant sur toute la hauteur h. Il faut donc ajouter dans A_1 l'attraction, sur l'île, d'un cône de densité $D-1$ et la diminuer d'une quantité ε', représentant l'attraction d'un cylindre de densité $D''-D'$, de hauteur H, sur un point de son axe situé à la hauteur h au-dessus de la base du cône,

$$\frac{\varepsilon'}{2\pi f} = (D''-D')\left[H + \sqrt{r^2+h^2} - \sqrt{r^2+(H+h)^2}\right] = (D''-D')K.$$

Si l'isostase existe au niveau $-$ H au-dessous du fond sous-marin,

$$HD'' = HD' + \frac{h}{3}(D-1),$$

d'où

$$\frac{\varepsilon'}{2\pi f} = \frac{Kh}{3H}(D-1).$$

Le coefficient $\frac{K}{3H}$ est compris entre 0,05 et 0,15 pour les valeurs pratiques qu'on peut donner à H, h, r, tandis que $1-\cos\gamma$, dans le premier terme de (3), diffère peu de 0,95. On peut donc prendre, en moyenne,

$$A_1 - A_0 = 0,85 \times 2\pi f h(D-1) \qquad (D = 2,8).$$

Pour $h = 3600^{m}$ de profondeur moyenne des océans, l'excès calculé de la pesanteur sur les îles $(A_1 - A_0)$ est égal à $\frac{1}{7565}$ de la pesanteur normale sur les océans.

Or cet excès mesuré par le pendule sur les îles correspond, en moyenne, à six oscillations en plus par 24 heures pour le pendule à secondes, c'est-à-dire à $\frac{12}{86\,400} = \frac{1}{7200}$ de la pesanteur normale.

Ainsi, sans chercher dans un artifice de calcul comme la compensation d'Helmert le moyen de réduire l'excès ou le déficit de la pesanteur en certains lieux, il suffit, pour en déterminer la valeur, de tenir compte de la condition isostatique qui fait prédominer dans l'attraction sur les continents la faible densité du massif sous-jacent, et, dans les îles, l'attraction du cône sous-marin du soubassement.

A notre connaissance, ce calcul direct n'avait pas encore été présenté.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les climats de l'Afrique occidentale.* Note [1] de M. **Henry Hubert.**

Une différenciation rigoureuse des climats paraît devoir être basée sur les températures, qui influencent directement les autres facteurs météorogiques ou sont directement influencées par eux. Cette dépendance est si étroite dans l'ensemble de l'Afrique occidentale qu'on peut poser en principe que les variations thermiques générales traduisent des variations générales de tous les autres facteurs. Par suite la seule classification naturelle des climats de l'Ouest africain sera celle qui groupera ensemble les régions ayant, aux mêmes époques, des variations thermiques de même sens.

On remarquera que, cette base une fois choisie, il ne reste aucune part à l'interprétation personnelle, une station déterminée ayant toujours, en Afrique occidentale, des variations de même sens aux mêmes époques. Elle est en outre la plus pratique, puisque la simple construction du graphique des variations thermiques d'une station permet de ranger celle-ci dans une zone climatique. Le Tableau schématique ci-contre indique les distinctions proposées.

Je propose de donner le nom de climat *subcanarien* à celui de la côte du Sénégal, laquelle n'a presque plus de traits communs avec les régions tropicales voisines et présentent au contraire des affinités avec les Canaries, auxquelles on pourrait la relier par Port-Étienne. Il est dominé par l'action de l'alizé qui souffle pendant 8 à 9 mois de l'année. Le climat *mauritanien* est plus franchement tropical, mais sans pluies abondantes, de sorte qu'en ce qui concerne les minima la position du soleil entre seule en jeu pour la détermination des époques les plus fraîches ou les plus chaudes.

Les climats *sahélien* (au nord du 14e parallèle), *soudanien* [2] (entre les

---

[1] Séance du 26 juillet 1915.

[2] Il y a aussi un climat *saharien*, mais il n'intéresse qu'une faible partie de l'Afrique occidentale (au nord du 18e parallèle). Il est facile de prévoir ses caractéristiques, mais je n'ai pas cru devoir en parler, faute de renseignements d'ensemble suffisants.

Les expressions de *climat sahélien* et *soudanien* ont déjà été employées, mais pas, à ma connaissance, avec la nouvelle base proposée. D'ailleurs, les zones déterminées d'après cette base présentent des différences profondes avec celles indiquées précédemment.

9e et 14e parallèles) et *libéro-dahoméen* (entre le Libéria et le Dahomey, au sud du 9e parallèle) sont les trois types normaux de climats tropicaux de l'Afrique occidentale. Pour chacun d'eux les époques les plus froides ou les plus chaudes de l'année sont différentes suivant que l'influence prépondérante est celle du soleil (régions septentrionales) ou celle des pluies (régions méridionales).

<table>
<tr><th></th><th colspan="6">Climats.</th></tr>
<tr><th></th><th>Libéro-Dahoméen.</th><th>Foutanien.</th><th>Soudanien.</th><th>Sahélien.</th><th>Mauritanien.</th><th>Subcanarien.</th></tr>
<tr><td colspan="7">Températures maxima :</td></tr>
<tr><td>Un point élevé (1)......</td><td colspan="5">← Le plus élevé. →</td><td>—</td></tr>
<tr><td>» bas (2).......</td><td colspan="3">← Le plus bas. →</td><td colspan="2">← Moyen. →</td><td>Maxima les plus élevés.</td></tr>
<tr><td>» élevé (3)......</td><td>—</td><td>—</td><td colspan="3">← Moyen. →</td><td>—</td></tr>
<tr><td>» bas (4).......</td><td>—</td><td>—</td><td>Moyen.</td><td colspan="3">← Le plus bas. →</td></tr>
<tr><td colspan="7">Températures minima :</td></tr>
<tr><td>Un point élevé (1)......</td><td colspan="4">← Le plus élevé. →</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>» bas (2).......</td><td>Le plus bas.</td><td colspan="3">← Moyen. →</td><td colspan="2">Minima les plus élevés.</td></tr>
<tr><td>» élevé (3)......</td><td colspan="4">← Moyen. →</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>» bas (4).......</td><td>Moyen.</td><td colspan="5">← Le plus bas. →</td></tr>
<tr><td></td><td>Deux :</td><td colspan="5">Une :</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Saisons des pluies...</td><td rowspan="2">Mars-juillet, sept.-nov.</td><td colspan="4">Mai à octobre.</td><td rowspan="2">Juillet à septembre.</td></tr>
<tr><td>—</td><td>Légère diminution en juin.</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Quantités de pluie (en millimètres).........</td><td>1000-4000</td><td>1500-2500</td><td>700-2000</td><td>400-600</td><td>120 (?)</td><td>200-500</td></tr>
<tr><td>Pressions variant comme les inverses des températures............</td><td colspan="5">← Toute l'année. →</td><td>En hiver seulement.</td></tr>
<tr><td>Vents — Harmattan.....</td><td>Décembre à mars.</td><td colspan="4">← De novembre à mars. →</td><td>Exceptionnel.</td></tr>
<tr><td>Vents — Mousson.......</td><td>Février à novembre.</td><td colspan="4">← De mars à octobre. →</td><td>Juillet à septembre.</td></tr>
<tr><td>Vents — Alizé..........</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>Octobre à juin.</td></tr>
</table>

(1) Correspondant au premier passage du Soleil au zénith (mars-mai).
(2) Provoqué par l'abondance des précipitations (août-septembre).
(3) Provoqué par la diminution des précipitations (novembre).
(4) Provoqué par l'éloignement du Soleil (décembre-janvier).

Enfin, le climat pour lequel le mot de *foutanien* a paru le mieux approprié (Fouta-Djalon) est intermédiaire entre les climats soudanien et libéro-dahoméen avec cette particularité que l'altitude en fait une région absolument indépendante.

Bien qu'il ne semble pas que des objections puissent être formulées quant à la base choisie, il apparaît qu'elles sont écartées *de plano* parce qu'on retrouve les mêmes distinctions avec les mêmes limites :

1° Si l'on fait intervenir les isothermes annuelles absolues et réduites au niveau de la mer ;

2° Si l'on prend la Carte botanique de l'Afrique occidentale, telle que M. A. Chevalier l'a dressée antérieurement (1).

Les seules différences entre ce dernier document et la carte des climats sont, d'une part, l'absence d'une zone botanique correspondant au climat subcanarien et, d'autre part, l'absence de climats dont les limites coïncident avec celles du nord de la forêt vierge et de la zone guinéenne. Ces différences se trouvent largement atténuées si l'on considère : 1° que la flore de la côte sénégalaise, très pauvre, peut n'avoir pas justifié l'indication d'une zone botanique particulière; 2° que la forêt vierge et la zone guinéenne sont respectivement localisées dans les régions de climat libéro-dahoméen et soudanien dans lesquelles la mousson apporte une quantité supplémentaire de précipitations annuelles. Ces deux zones botaniques correspondent donc simplement à deux sous-climats.

HYDROLOGIE. — *Les eaux chloroiodées, bromurées, sulfurées et métallifères de Beaucens (Hautes-Pyrénées).* Note (2) de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans quelques très rares articles écrits à propos des blessés de guerre, il a été parlé des eaux sulfurées *cicatrisantes*. J'en ai donné une description quelque peu détaillée dans ma brochure : *Blessés de guerre et cure thermale* (3).

---

(1) A. Chevalier, *Carte botanique, forestière et pastorale de l'Afrique occidentale française* (*La Géographie*, 1912, t. 26, n° 4).

(2) Séance du 2 août 1915.

(3) Voir *Comptes rendus*, séance du 17 mai 1915.

L'une de ces sources, celle de Beaucens, près d'Argelès-Gazost, mérite une description plus complète. Elle rentre dans la catégorie des *cicatrisantes*, comme la source Vieille, d'Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), et de Tercis (Landes), toutes deux radioactives, toutes deux riches en métaux, d'après mes analyses et celles de M. M. Bardet.

Il restait à démontrer que la source de Beaucens, dont MM. Moureu et Lepape ont constaté il y a deux ans la radioactivité, était également riche en métaux. C'est ce que je viens de faire en recherchant les métaux volatilisables dans la source de la buvette et dans celle des bains, ainsi que dans les minerais trouvés presque au contact ([1]).

Ces sources naissent dans un calcaire schisteux dévonien, à stratification orientée EW.

Ce schiste contient par places du quartz, du calcaire et des concrétions amygdaloïdes d'une roche non encore définie; avec cela, de petits paquets et nodules de blende et de galène dont quelques-uns doivent être en profondeur au contact des eaux qui leur empruntent, sans doute, leurs éléments thérapeutiques.

J'ai pensé qu'il serait intéressant de procéder à un examen comparatif du minerai enlevé des schistes, aussi bien que des dépôts métalliques que fournit l'eau minérale.

Dans ce but, j'ai pris moi-même sur place, à Beaucens, des fragments de minerai et recueilli l'eau des deux sources de l'établissement (bains et buvette). J'ai fait évaporer cette dernière, de manière à en obtenir le résidu salin, et j'ai précipité les métaux par H^2S.

Les sulfures du *minerai* et celui du *résidu salin* ont été traités par le procédé des flammes de Bunsen, qui permet d'obtenir la sublimation des métaux volatils.

J'ai pu constater ainsi, par les réactions les plus classiques, la présence des métaux volatils suivants : *plomb*, *zinc*, *antimoine*, *arsenic*, *étain*, *cuivre*, dans le *minerai* et dans le *résidu*.

Dans les sulfures précipités de l'eau, j'ai pu constater, outre les métaux volatils que je viens de citer, l'existence d'autres éléments pour lesquels je me propose de faire une étude plus complète.

Pour le moment, il suffit de constater, surtout dans l'intérêt immédiat des malades et des blessés, l'existence dans cette eau des métaux ci-dessus nommés, substances entraînées à l'état impondérable par les eaux, et

---

([1]) Mon analyse, pour les métaux, complète celle de l'École des Mines (Carnot) et la mienne, pour le chlore, le brome, l'iode et les sulfures.

sans doute empruntées aux calcschistes dévoniens qu'elles imprègnent. C'est à cette origine profonde qu'elles doivent ce *quid ignotum* mystérieux dont nous faisons tous les jours disparaître un peu les voiles qui nous en dérobent la délicate composition et le mode d'action thérapeutique.

Ces considérations et l'expérience que j'ai acquise de ces eaux me permettent d'envisager cette station comme pouvant rendre des services dans les cas de nervosisme inné ou acquis à la suite des émotions ou des blessures de guerre.

MÉDECINE. — *Action du radium sur les cicatrices vicieuses résultant des blessures de guerre.* Note de Mme **A. Laborde**, présentée par M. Ch. Moureu.

Wickham et Degrais ont conclu de leurs recherches que les tissus nettement chéloïdiens sont un terrain d'élection vis-à-vis du radium, mais que les brides fibro-scléreuses ne peuvent être nivelées qu'après destruction; et que les cicatrices « en creux », les brides peu saillantes, ne sont pas justiciables du radium. Le but poursuivi par ces auteurs était presque toujours une réparation esthétique (1).

Nous avons étudié l'action du radium sur le tissu cicatriciel dans les cas où celui-ci semble être la cause *unique* d'une impotence fonctionnelle: brides fibreuses limitant certains mouvements, adhérences avec les tendons ou avec les nerfs, créant dans ce dernier cas des névrites plus ou moins graves.

Nous donnons ici deux observations intéressantes par la rapidité des résultats acquis (2).

Nous avons évité soigneusement les doses destructives et nous avons employé uniquement le rayonnement qui traverse $\frac{5}{10}$ de millimètre de platine, selon la méthode indiquée par Dominici (3).

Le poids de sel de radium utilisé était équivalent à 75^{mg} de bromure de radium pur cristallisé ($RaBr^2$, $2H^2O$) et contenu dans deux tubes de platine de $0^{mm},5$

(1) Wickham et Degrais, *Radiumthérapie*.

(2) Nous publierons ultérieurement les résultats obtenus sur des blessés actuellement en traitement.

(3) Ce rayonnement est constitué par des rayons γ et probablement aussi par une certaine proportion des rayons β les plus rapides étudiés par Danysz.

d'épaisseur (longueur 3^{cm}, diamètre 3^{mm}) engainés dans une feuille de caoutchouc de $1^{mm},5$ et recouverts de deux lames de gaze.

Nous avons fait en moyenne cinq à six applications de 1 heure et demie chacune et séparées par un intervalle de 5 à 8 jours.

Aucune réaction inflammatoire ne s'est manifestée.

Nous avons suivi avec soin les réactions électriques.

Observation I. — Commandant B... Éclat d'obus reçu le 19 mars.

Une *bride fibreuse* qui suit la direction de l'artère humérale au pli du coude limite l'extension de l'avant-bras à un angle de 110° maximum. A ce niveau existe un bourrelet dur, profond, long de 7^{cm}, large de 2^{cm}.

Une *névrite douloureuse du médian* traduit la compression ou l'irritation du nerf par le tissu fibreux développé au niveau de la cicatrice.

Examen électrique : C faradique, hypoexcitabilité; C galvanique, secousses lentes, NF PF = 10 m. A.

Nous faisons cinq applications de radium de 1 heure et demie chacune. En l'espace d'*un mois*, nous obtenons l'extension à peu près complète de l'avant-bras. La zone de tissu fibreux a totalement disparu. D'une façon parallèle, la névrite s'améliore : les crises aiguës douloureuses disparaissent, les mouvements de flexion du pouce et de l'index sont à peine gênés et les réactions électriques redeviennent sensiblement normales :

C faradique, très légère hypoexcitabilité.

C galvanique, $NF > PF. NF = 3$ m. A. $PF = 5\frac{1}{2}$ m. A.

Observation II. — Sergent C... Fracture du col chirurgical de l'humérus par éclat d'obus le 19 février. Immobilisé 40 jours. Un traitement mécanothérapique amène l'amélioration d'une ankylose de l'épaule.

Le 22 juin, nous constatons une *paralysie complète du biceps;* aucune contraction volontaire n'est possible, même dans les mouvements de résistance.

Examen électrique : C faradique, inexcitabilité; C galvanique, réactions très lentes, $NF < PF$ avec $PF = 7$ m.A. et $NF = 12$ m.A.

Il semble logique de penser que le nerf musculo-cutané est comprimé au niveau d'une cicatrice formant un sillon linéaire, très adhérent à l'os situé à la région antéro-interne du bras, immédiatement au-dessous de la saillie du grand pectoral.

Entre le 22 juin et le 29 juillet, nous faisons six applications de 1 heure et demie chacune.

Six jours après la deuxième séance, la contractilité volontaire reparaît dans le biceps en même temps que l'excitabilité faradique. Ce changement répond

vraisemblablement à la résorption du tissu fibro-scléreux qui enserrait le musculo-cutané. L'augmentation de force dans le biceps croît rapidement et tous les mouvements volontaires sont revenus.

La réaction de dégénérescence persiste encore, mais partielle et évolue vers la formule normale.

C faradique; hypoexcitabilité légère. C galvanique : réactions moins lentes, $NF < P$ avec $PF = 5$ m.A. et $NF = 8$ m.A.

Le rayonnement du radium, aux doses que nous avons employées, semble donc bien exercer une influence élective de régression sur certains tissus cicatriciels tout en respectant le tissu nerveux.

Le traitement par le radium constitue un procédé qui mérite d'être essayé pour libérer les nerfs ou les tendons inclus dans un tissu de cicatrice, sans qu'on puisse craindre la formation de nouvelles adhérences.

MÉDECINE. — *Contribution à l'étude des hypoacousies consécutives à des blessures de guerre.* Note (¹) de M. **Marage**, présentée par M. Delage.

Chargé par le Ministre de la Guerre de la rééducation auditive des blessés devenus sourds à la suite de traumatismes, je me suis trouvé en présence de faits absolument nouveaux.

En effet, les cas de surdité traumatique, constatés en temps de paix, se rapportaient à des officiers ayant suivi les écoles à feu. Ils étaient devenus sourds à la suite du bruit produit par la détonation des canons. Les déchirures du tympan étaient assez rares; soignées immédiatement, elles guérissaient très vite, et tout se ramenait à une surdité due à un traumatisme de l'oreille moyenne.

Tout autres sont les cas qu'on observe depuis la guerre 1914-1915. Je vais les examiner à trois points de vue : les causes, les lésions et l'acuité auditive.

1° *Causes.* — Deux sortes : *a*. Un éclat d'obus, un shrapnell ou une balle frappe la boîte cranienne en un point quelconque plus ou moins éloigné de l'oreille (²) sans qu'il y ait des lésions directes du cerveau par suite de

(¹) Séance du 26 juillet 1915.

(²) Je n'examine pas les cas dans lesquels l'oreille est plus ou moins détruite directement.

l'enfoncement des os; il s'ensuit toujours des maux de tête plus ou moins généralisés, des bourdonnements, une faible perte de la mémoire, une baisse de l'audition et un léger tremblement des membres : symptômes qu'on rencontre à la suite d'un choc sur la tête plus ou moins violent.

b. Un obus de gros calibre éclate dans le voisinage du soldat (de 1^{m} à 4^{m}). Il n'existe aucune blessure apparente, mais nous retrouvons les mêmes symptômes que précédemment à un degré plus élevé : perte de connaissance dont la durée varie de quelques heures à 6 jours; maux de tête très violents dans la région frontale qui persistent pendant des mois; bourdonnements très forts et disparaissant peu à peu; perte complète de la mémoire; perte absolue ou presque absolue de l'audition (parfois le malade entend mais ne comprend pas); tremblements très prononcés, surtout des membres supérieurs, et parfois même surdi-mutité absolue : ce sont les symptômes de la commotion cérébrale grave.

2° *Lésions*. — Elles sont de deux sortes : *a*. Des lésions de l'oreille moyenne : enfoncement, déchirure, hémorragie du tympan, et souvent, comme conséquence, une otite moyenne suppurée qui se guérit en 3 semaines, ou qui se prolonge pendant des mois en devenant l'otorrhée classique.

b. Il n'y a aucune lésion apparente; ce sont les cas les plus graves, car ils sont accompagnés des symptômes les plus sévères : on dit qu'on se trouve en présence d'une commotion labyrinthique ou cérébrale; la mesure de l'acuité auditive, avec la méthode que j'emploie, va nous permettre d'élucider cette question.

3° *Acuité auditive*. — Lorsqu'on mesure l'acuité auditive avec les voyelles synthétiques, on obtient deux sortes de courbes : les premières sont caractéristiques des lésions de l'oreille moyenne; les autres sont celles qu'on rencontre dans la surdi-mutité; tantôt les sons graves sont mieux entendus que les sons aigus, tantôt il y a des trous dans l'audition; cette constatation est très importante, car elle permet peut-être d'élucider un point resté obscur dans l'étiologie de la surdi-mutité.

En effet, on ignore encore pourquoi certains enfants naissent sourds-muets. La consanguinité des parents ne saurait être invoquée, car on a vu des enfants sourds-muets dont le père et la mère avaient des nationalités différentes. L'hérédité ne semble pas en cause, car des parents sourds-muets peuvent donner naissance à des enfants normaux. L'arrêt de

développement de certains centres cérébraux est une hypothèse plus logique, mais il faut expliquer cet arrêt.

Les cas de surdi-mutité observés à la suite d'explosion d'obus de gros calibre permettent de donner l'explication suivante :

Pendant la gestation, la mère fait une chute ou subit un choc qui semble sans gravité. Le choc se transmet intégralement par l'intermédiaire du liquide amniotique à toute la surface du cerveau du fœtus qui n'est pas protégé par une boîte cranienne ossifiée; il s'ensuit une commotion cérébrale bien plus faible que celle due à un projectile, mais qui, agissant sur un système nerveux bien plus sensible, produit des lésions et des effets analogues. Or, souvent, quand on recherche la cause de la surdi-mutité de l'enfant, on trouve une chute de la mère pendant la gestation.

Résumé. — La guerre actuelle nous met en présence de lésions, sinon nouvelles, du moins très rarement observées, des centres auditifs. Ces lésions sont dues, ou à des chocs directs sur la boîte cranienne, ou à un brusque déplacement d'air. Elles sont, ou visibles si elles portent sur l'oreille moyenne, ou cachées si elles portent sur les centres nerveux, et dans ce dernier cas, les courbes de l'acuité auditive sont de même forme que celles de la surdi-mutité, ce qui permet d'établir une cause probable de cette dernière affection.

PHARMACOLOGIE. — *Sur certaines substances chlorées antiseptiques propres au traitement des plaies*. Note (¹) de M. **Henry D. Dakin**, présentée par M. L. Landouzy.

Le pouvoir germicide de la plupart des antiseptiques, relativement bas, se réduit davantage, comme on le sait, lorsque ces antiseptiques agissent en présence de sérums ou d'autres matières protéiques. Il est probable que la destruction des micro-organismes par les antiseptiques est due surtout à une réaction chimique entre l'antiseptique et les protéines microbiennes. Dans la recherche d'une substance antiseptique destinée au traitement des plaies infectées, il semble que les points suivants sont de grande importance.

(¹) Séance du 2 août 1915.

a. Employer des substances douées d'un pouvoir germicide si élevé que, même lorsque leur activité est réduite par la présence de sérums ou d'autres matières protéiques, elles possèdent encore une action antiseptique puissante. En d'autres termes, employer des substances qui, après combinaison avec des matières protéiques, donnent des composés restant activement antiseptiques. Comme exemple d'un corps qui ne remplit nullement cette condition, on peut citer le bichlorure de mercure.

b. Il apparaît que des sels solubles, non précipitables par les matières protéiques, qui peuvent, dans une certaine mesure, pénétrer dans les tissus et être absorbés par eux, sont préférables aux substances dont le pouvoir de pénétration et d'absorption par les tissus est peu marqué.

c. La toxicité d'un antiseptique et son action irritante locale doivent être aussi faibles que possible par rapport à son activité bactéricide. Cette condition permet d'employer sans danger des quantités suffisamment grandes de la substance. Si l'action germicide d'une substance antiseptique est le résultat d'une réaction chimique à laquelle prennent part d'autres matières protéiques que les matières protéiques bactériennes, il est très important que la quantité de la substance soit aussi grande que possible.

Parmi les antiseptiques qui ont déjà été étudiés dans le traitement des plaies infectées, les hypochlorites surtout remplissent les conditions qui viennent d'être énumérées. Mais malheureusement les hypochlorites du commerce ont une composition très inconstante et contiennent généralement de l'alcali libre ou du chlore libre. De telles solutions sont irritantes. Quand on s'en sert, même sous une concentration modérée, elles peuvent produire des résultats peu favorables. Il était donc utile de trouver le moyen de préparer un hypochlorite de composition constante qui possède une grande activité bactéricide et une faible action toxique et irritante sur les tissus. Ce résultat a été obtenu par la méthode suivante :

200^g de chlorure de chaux sont mêlés à 10^l d'eau dans laquelle 140^g de carbonate de soude (sel Solvay) ont été dissous. Le mélange est secoué soigneusement, et, au bout de 30 minutes, le liquide clair est séparé par siphonnage du précipité de carbonate de chaux, et filtré sur du coton. On ajoute, au liquide clair ainsi obtenu, une quantité suffisante d'acide borique solide, pour rendre le liquide acide ou neutre. On titre avec une solution aqueuse de phénol-phtaléine. 25^g à 40^g d'acide borique sont généralement employés. La quantité exacte d'acide borique qui doit être ajoutée peut être déterminée aisément par titration de 10^{cm^3} d'hypochlorite alcalin avec une solution d'acide borique de force connue (31^g par litre). Dans la préparation d'une solution diluée, telle que celle qui vient d'être décrite, et qui contient environ 0,5 pour 100

d'hypochlorite, un excès d'acide borique n'a pas d'inconvénient. Mais, si la solution est plus concentrée, il faut éviter l'excès d'acide borique.

Une solution ainsi préparée tue les staphylocoques en 2 heures sous une concentration d'hypochlorite inférieure à $\frac{1}{500000}$, tandis qu'en présence de sérum sanguin, la concentration d'hypochlorite doit, pour produire le même résultat, atteindre $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{2500}$. On a trouvé que cette solution est un antiseptique très utile dans le traitement des plaies infectées, lorsqu'elle est appliquée suivant la méthode étudiée et employée par le Dr Carrel.

Les plaies peuvent être irriguées de façon continue à l'aide de cette solution pendant plusieurs jours sans irritation marquée de la peau. L'examen bactériologique des sécrétions des plaies a montré que la solution possède un pouvoir antiseptique énergique. En outre, la solution a la propriété de dissoudre les tissus nécrosés et possède également une certaine action hémostatique.

Il est probable que l'action des hypochlorites est due à ce qu'ils contiennent du chlore, qui peut remplacer les atomes d'hydrogène dans les groupes (N. H.) des protéines, en formant des substances du groupe des chloramines. Il était intéressant d'examiner l'action de ces substances. Avec la coopération du professeur J.-B. Cohen, de l'Université de Leeds, un grand nombre de ces dérivés ont été préparés et étudiés. Les résultats les plus encourageants ont été obtenus avec les sels de soude de sulfochloramides aromatiques et, en particulier, des dérivés du benzène et du toluène :

$C_6H_5\,SO^2N\,Na\,Cl$ — Benzène-sodium-sulfochloramide.

$CH^3\,C_6H_4\,SO^2N\,Na\,Cl$ — Paratoluène-sodium-sulfochloramide.

Ces substances agissent sur les tissus comme des antiseptiques actifs et très peu toxiques. Leurs solutions aqueuses peuvent être employées dans le traitement des plaies, sous une concentration plus forte que les hypochlorites. Comme, dans ces substances, le chlore est déjà lié à l'azote, elles n'ont pas la propriété de dissoudre les tissus nécrosés. Le paratoluène-sodium-sulfochloramide à une concentration inférieure à $\frac{1}{10000000}$ tue, en 2 heures, le *Perfringens* en suspension dans l'eau, tandis que, si le *Perfringens* est en présence de sérum de cheval, la concentration de la substance doit s'élever de $\frac{1}{2500}$ à $\frac{1}{5000}$ pour produire le même résultat. Les staphylocoques, en suspension dans l'eau, sont tués par une solution de $\frac{1}{1000000}$

et, en présence de sérum de cheval, par une solution à $\frac{1}{2000}$. Le bacille pyocyanique, en suspension dans l'eau, est tué par une solution à $\frac{1}{100000}$ et, en présence de sérum de cheval, par une solution à $\frac{1}{1500}$. La stérilisation est complète en 2 heures.

Une solution aqueuse contenant 4 pour 100 de paratoluène-sodium-sulfochloramide peut être appliquée sur une plaie sans irritation appréciable.

Ces substances, ayant naturellement un pouvoir hémolytique marqué, ne doivent pas être injectées dans les veines.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur un cerveau de fœtus de Gorille.* Note (¹) de M. **R. Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle ayant acquis un fœtus de Gorille de sexe mâle, vraisemblablement âgé de 6 à 7 mois, et, provenant de la région Bakiba (Congo français), il m'a été possible de faire de son cerveau une étude détaillée.

Les résultats de cette étude peuvent être heureusement complétés par les observations anciennes de Deniker (1885) sur l'encéphale d'un fœtus sensiblement plus jeune de ce même animal qui se caractérise, comme on sait, entre tous les Anthropoïdes, par sa morphologie encéphalique particulièrement voisine de celle de l'homme.

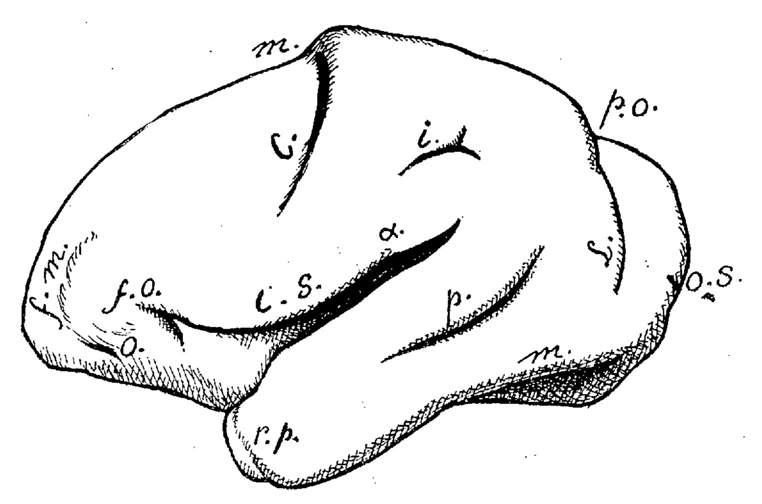
Le cerveau du fœtus de Gorille que j'ai examiné se distingue à première vue d'un cerveau de fœtus humain d'âge comparable par une élévation moins considérable, une forme moins globuleuse dans l'ensemble, une région frontale plus fuyante, un abaissement notablement moindre du plan orbitaire inférieur, cette dernière disposition traduisant une flexion télencéphalique moins accusée. Le profil en *norma lateralis* rappelle de très près celui des moulages endocraniens des hommes quaternaires de la Chapelle-aux-Saints et de la Quina.

Voici le résumé des principaux résultats fournis par l'étude de détails de cette pièce rarissime :

a. Le circulaire supérieur de Reil s'étend, du côté gauche, *comme chez un fœtus humain du même âge*, jusqu'au sillon limite antérieur de l'insula (circulaire antérieur chez l'Homme, fronto-orbitaire chez les Anthropoïdes) (voir la figure). Ce fait est

(¹) Séance du 2 août 1915.

extrêmement remarquable, car l'une des principales caractéristiques du cerveau des Singes comparé au cerveau humain est la communication de l'insula antérieure de Marchand avec le territoire sous-frontal, l'extrémité antérieure du circulaire supérieur de Reil n'atteignant point le fronto-orbitaire. La présence d'un sillon d'operculisation, au travers de l'insula antérieure de Marchand (*sulcus transversus anterior gyri reunientis*), ne saurait cependant étonner outre mesure chez un fœtus de Gorille de cet âge, si l'on se rappelle les tendances sur lesquelles j'ai insisté ailleurs avec A.-S. de Santa-Maria, aussi bien chez cet animal que chez le Chimpanzé, à la réalisa-



Face externe de l'hémisphère gauche du fœtus de gorille (1,5 grandeur nature): *r. p.*, rhinale postérieure légèrement indiquée; *c. s.*, complexe sylvien; α, début de l'incisure séparant l'opercule holopériphérique de l'opercule suprasylvien (voir travaux antérieurs de R. Anthony et A.-S. de Santa-Maria); *f. o.*, fronto-orbitaire, en connexion avec le circulaire supérieur de Reil ou sillon limite supérieur de la fosse sylvienne; *o.*, orbitaire; *f. m.*, fronto-marginalis; C., central; *i.*, intrapariétal et post-central; *p.*, parallèle; *p. o.*, incisure pariéto-occipitale; L., Lunatus; *o. s.*, occipitalis superior; *m.*, dépressions post-mortem.

tion, dans cette région du néopallium, de la disposition humaine (ébauche d'un opercule frontal véritable ou cap de Broca).

A droite, le circulaire supérieur de Reil est conforme au type habituel observé chez les Singes, c'est-à-dire qu'il n'atteint pas le sillon limite antérieur de l'insula.

b. Le fronto-orbitaire est court, n'atteignant pas la limite inférieure du néopallium. Chez un fœtus humain de 6 à 7 mois, le circulaire antérieur de Reil qui est son homologue descendrait beaucoup plus bas.

c. Le sillon de Rolando est bien accusé, mais il n'est représenté à droite que par sa portion moyenne.

d. La région frontale est remarquable par son défaut de différenciation. Alors que, chez un fœtus humain de même âge, on constaterait déjà la présence des sillons pré-

central, frontaux inférieur et supérieur, *fronto-marginalis*, on ne voit ici qu'un *fronto-marginalis* à peine indiqué et à droite seulement un début de précentral inférieur.

e. Les sillons olfactif et orbitaire sont nettement indiqués des deux côtés.

f. L'intrapariétal et le post-central affectent dans leur ensemble et à ce stade de développement la forme d'un Y à branches courtes.

g. Le parallèle est bien développé dans sa région postérieure.

h. Le *sulcus lunatus*, très considérable chez les Singes adultes et réduit au contraire chez l'Homme (voir G. Elliot Smith), est long, bien marqué et très distant du pôle occipital; sa partie inférieure seule paraît peu encore développée. En arrière de ce sillon on constate à gauche l'ébauche d'un *occipitalis superior*.

i. Sur la face interne des hémisphères le sillon calloso-marginal est profondément accusé, mais n'atteint pas le bord mésial; les sillons rostraux sont déjà indiqués.

j. Le complexe calcarin se présente sous la forme d'un sillon en Y dont la branche postérieure profondément accusée est certainement une rétro-calcarine (*sulcus occipitalis intrastriatus mesialis*) que déjà du côté gauche on voit tendre à se bifurquer; sa branche antérieure, très profonde également, et continuant la précédente, a peut-être aussi la signification d'une rétro-calcarine, bien que l'impossibilité d'étudier ses rapports avec l'*area striata* empêche d'écarter d'une façon absolue l'hypothèse d'une calcarine véritable (*limitans anterior areae striatae*); sa branche supérieure enfin, beaucoup moins profonde, courte à droite, plus longue à gauche, paraît devoir être interprétée comme un *limitans precunei*. On sait que chez les Gorilles adultes ce dernier sillon est séparé de la rétro-calcarine par un pli de passage qui, si mon interprétation est exacte, se serait sans doute constitué plus tard chez ce fœtus (voir, sur le complexe calcarin chez l'Homme et les Singes, les travaux de G. Elliot Smith).

k. L'incisure pariéto-occipitale enfin est bien marquée, chevauchant le bord mésial de l'hémisphère. Sur la face externe de ce dernier, elle semble à droite se confondre avec le *sulcus lunatus*, mais en est séparée en fait par une dénivellation légère qui serait devenue l'*arcus parieto-occipitalis*.

ENTOMOLOGIE. — *Phénomènes histolytiques observés pendant la régénération des appendices chez certains Orthoptères*. Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Au cours des recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les phénomènes de la régénération des appendices chez les Orthoptères pentamères, mon attention a été attirée, à diverses reprises, sur un curieux processus histolytique. La phagocytose ne joue qu'un rôle assez effacé dans la destruction des vieux muscles. La dégénérescence graisseuse

remplit, par contre, un rôle très important. Je m'empresse d'ajouter que, dans la plupart des cas, il s'agit d'un mode de dégénérescence graisseuse tout particulier, donnant naissance à des nappes et à des cordons adipeux ressemblant à s'y méprendre aux nappes et aux cordons du tissu graisseux normal, qui a comme première origine certaines cellules embryonnaires mésodermiques.

Le plus souvent, le tissu adipeux provenant de la transformation du tissu musculaire revêt la forme de nappes à contours très irréguliers. Ces dernières sont quelquefois compactes et à peu près dépourvues de vacuoles; dans d'autres cas, elles affectent, au contraire, l'aspect de réseaux à très grandes mailles. On observe d'ailleurs toutes les transitions entre ces deux aspects extrêmes, et cela surtout chez les Mantides.

Chez les Phasmides et les Blattides, le tissu adipeux provenant de la dégénérescence musculaire peut se présenter encore sous forme de nappes, mais il offre plus fréquemment l'aspect de cordons.

Le début des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui ont pour résultat la reproduction des appendices n'a lieu, à proprement parler, que pendant la période préparatoire des mues, c'est-à-dire à un moment où l'insecte reste presque continuellement immobile, ne prend aucune nourriture pendant plusieurs jours et vit, par suite, en utilisant une partie des réserves emmagasinées dans son tissu adipeux normal. Il me semblait alors quelque peu paradoxal de constater, sur les préparations histologiques, un développement anormal du tissu graisseux à l'intérieur du moignon resté en place, et cela d'autant plus que je ne remarquais rien de semblable dans la hanche d'un membre demeuré intact. Par suite, je fus amené à conclure que cet excédent de graisse, puisqu'il ne tire pas sa source d'aliments récemment ingérés, ne peut avoir qu'une origine interne et qu'il doit être le résultat de la transformation histolytique des vieux tissus du moignon, des muscles notamment. J'ai été à même de vérifier la chose sur un grand nombre de préparations.

La reproduction photographique qui accompagne cette Note montre le processus de transformation du tissu musculaire en tissu graisseux. Des deux fibres qui demeurent encore insérées sur la saillie chitineuse *p*, celle de gauche a presque entièrement été transformée dans sa région moyenne *a*. Celle de droite est le siège du même processus, ainsi qu'on peut le constater en examinant attentivement la portion de la figure comprise entre cette fibre et le noyau *n* qui appartient déjà au tissu graisseux. A gauche

de ce noyau, il serait impossible de tracer une délimitation précise entre le tissu adipeux et le tissu musculaire, dont la striation persiste encore



Transformation de fibres musculaires en tissu adipeux chez une Mante (*Mantis prasina* Serv.). Région coxale. — $\frac{620}{1}$. (Cliché Monpillard.)

jusqu'au contact du noyau en question et de la très petite vacuole située immédiatement au-dessous de lui. Le passage d'un tissu à l'autre s'est donc opéré graduellement et de façon insensible. La dégénérescence graisseuse est aussi très apparente en *d'*, en *e* et en *d*. En deux de ces derniers points

surtout (ceux qui correspondent à la lettre *d*) on peut constater la persistance de la striation dans le pourtour de deux mailles du tissu graisseux.

Les noyaux du tissu graisseux provenant de l'histolyse des vieux tissus ne sont autre chose que les noyaux des fibres musculaires elles-mêmes, qui ont perdu leur aspect ordinairement fusiforme pour devenir sphériques en augmentant considérablement de volume. Ces noyaux, dont quelques-uns (*e*, par exemple) subissent la division directe, semblent conserver toute leur vitalité jusqu'au moment où se produit la disparition du tissu graisseux qui les contient. A l'exception peut-être de quelques cordons qui pénètrent plus ou moins loin dans la cavité thoracique, ce tissu a, en effet, une existence très courte, puisqu'il devra faire place aux muscles de néoformation de l'appendice régénéré. Sa disparition semble surtout s'effectuer sous l'action du liquide cavitaire. J'ignore encore si la phagocytose vient seconder cette action, et je me propose de le vérifier.

La transformation du tissu musculaire en tissu graisseux est vraisemblablement opérée par une enzyme. Tout me porte à croire que ce ferment est contenu dans le tissu adipeux préexistant, qu'on pourrait appeler tissu adipeux *primaire*, par opposition avec celui qui provient de la dégénérescence des vieux tissus, et qu'on pourrait désigner sous le nom de tissu adipeux *secondaire*. On constate que c'est dans les points où le tissu adipeux primaire vient en contact avec les muscles appelés à disparaître que la transformation commence pour se propager ensuite de proche en proche.

Il convient de remarquer que les tissus qui subiront la transformation graisseuse se trouvaient déjà dans des conditions défavorables ayant entraîné en eux un début d'altération. Chez les Mantides et chez les Blattides, des muscles sont appelés à disparaître après avoir été sectionnés par le mécanisme autotomique. Chez ces mêmes insectes, aussi bien que chez les Phasmides, l'ébauche du futur membre, au fur et à mesure qu'elle s'accroît au cours de la régénération, se pelotonne sur elle-même à l'intérieur de l'étui chitineux formé par la hanche ou coxa et vient exercer une compression de plus en plus forte sur les vieux tissus contenus dans cet étui. En outre, sa propre torsion entraîne celle de leurs fibres. A ces conditions défavorables viennent s'ajouter celles qui, résultant de la disparition de toute activité fonctionnelle chez les muscles contenus dans l'étui en question, contribuent encore à provoquer un début de dégénérescence.

Les différences d'aspect que nous avons signalées dans le tissu adipeux

secondaire (forme en nappe, forme en cordon) sont peut-être dues à l'état plus ou moins prononcé d'altération où sont arrivés les muscles au moment où commence leur transformation en graisse. Il semblerait, en outre, que la forme en cordon soit réalisée lorsque le sarcolemme n'est pas détruit, ce qui permettrait au tissu adipeux secondaire de conserver la forme cylindrique des fibres musculaires dont il provient. Au contraire, lorsque le sarcolemme disparaîtrait, il y aurait formation de nappes à contours plus ou moins irréguliers; mais ce n'est là qu'une simple hypothèse qui demande vérification.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 14 juin 1915.)

Note de M. *J. Bergonié*, Vibrations provoquées par l'électro-aimant à courants alternatifs, etc. :

Page 781, premier Tableau de la Note, *transposer* les lignes des métaux dans l'ordre suivant : Al, Cu, Ag, Au, Zn, Sn, Pt, Pb, Hg. — Entre Sn et Pt, *ajouter :* Maillechort 8,43; 20,89; 176,10. — *Remplacer* la ligne de Fe par Sb 6,70; 35,4; 237,18. — Supprimer la colonne *Chaleur spécifique* et modifier ainsi les nombres de la colonne *Produit :* 7,42; 14,14; 15,18; 38,68; 40,16; 96,08; 176,10; 193,5; 217,04; 237,18; 1278,41.

Page 782, second Tableau de la Note, *intervertir* les lignes de Pb et Pt. — Dans la colonne 3 (Résistivité), *lire* 9,69 *au lieu de* 9,67; dernière colonne (Produit), *au lieu de* 8,77 et 2,20, *lire* 3,73 et 5,18.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 17 AOUT 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Contribution à l'étude des fonctions* Θ *de degrés supérieurs*. Note (¹) de M. **Paul Appell**.

I. Dans plusieurs articles sur les fonctions Θ de degrés supérieurs, dont une rédaction d'ensemble va paraître prochainement dans les *Acta mathematica*, j'ai considéré des fonctions $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ de n variables qui admettent, par rapport à chaque variable, la période $2\pi i$ et qui vérifient, en outre, la relation

$$F(x_1+\omega, x_2+x_1, x_3+x_2, \ldots, x_n+x_{n-1}) = e^{-\alpha x_n} F(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

où ω est une constante donnée à partie réelle négative et α un entier positif ou nul. En ajoutant une variable de plus x_{n+1}, on peut toujours ramener le cas général au cas où α est nul; il suffit en effet de poser

$$\Phi(x_1, x_2, \ldots, x_n, x_{n+1}) = e^{\alpha x_{n+1}} F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

pour que cette fonction admette la période $2\pi i$ aussi par rapport à x_{n+1} et vérifie la relation

$$\Phi(x_1+\omega, x_2+x_1, \ldots, x_{n+1}+x_n) = \Phi(x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}).$$

II. Pour le développement de cette théorie et, en particulier, pour l'étude de la transformation dont j'ai donné un cas simple dans les *Comptes rendus*

(¹) Séance du 9 août 1915.

de la séance du 7 septembre 1914, il importe de résoudre la question suivante :

Former toutes les fonctions uniformes f de n variables complexes x_1, x_2, ..., x_n vérifiant la relation unique

$$f(x_1+\omega,\ x_2+x_1,\ x_3+x_2,\ \ldots,\ x_n+x_{n-1})=f(x_1,\ x_2,\ x_3,\ \ldots,\ x_n). \tag{1}$$

Nous résoudrons cette question à l'aide d'un changement de variables. Posons, pour abréger,

$$X_1=\frac{x_1}{\omega},\qquad X_2=\frac{x_1(x_1-\omega)}{1.2.\omega^2},\qquad \ldots,$$
$$X_n=\frac{x_1(x_1-\omega)(x_1-2\omega)\ldots[x_1-(n-1)\omega]}{1.2\ldots n.\omega^n}.$$

Si l'on désigne en général par la notation

$$\Delta\varphi(x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n)$$

la différence

$$\varphi(x_1+\omega,\ x_2+x_1,\ \ldots,\ x_n+x_{n-1})-\varphi(x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n),$$

les fonctions X_p sont des fonctions de x_1 telles que

$$1=\Delta X_1,\qquad X_1=\Delta X_2,\qquad \ldots,\qquad X_p=\Delta X_{p+1}.$$

Conservons alors la variable x_1 et introduisons, à la place de $x_2, x_3, \ldots, x_n$, d'autres variables $y_2, y_3, \ldots, y_n$ définies par les relations

$$(2)\quad \begin{cases} x_1=\omega X_1, \\ x_2=y_2+\omega X_2, \\ x_3=y_3+y_2X_1+\omega X_3, \\ x_4=y_4+y_3X_1+y_2X_2+\omega X_4, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_n=y_n+y_{n-1}X_1+y_{n-2}X_2+\ldots+y_{n-p}X_p+\ldots+y_2X_{n-2}+\omega X_n. \end{cases}$$

On obtient les nouvelles variables, en fonction des anciennes, en résolvant ces équations par rapport à $y_2, y_3, \ldots, y_n$. On peut alors calculer Δy_2, Δy_3, ..., Δy_n; toutes ces quantités sont *nulles;* c'est ce qu'on peut vérifier directement sur les équations (2). En effet, la deuxième des relations (2) donne

$$\Delta x_2=\Delta y_2+\omega\,\Delta X_2;$$

mais on a

$$\Delta x_2=x_1,\qquad \Delta X_2=\frac{x_1}{\omega};$$

on a donc

$$\Delta y_2=0.$$

La troisième des relations (2) donne alors

$$\Delta x_3 = \Delta y_3 + y_2 \Delta X_1 + \omega \Delta X_3;$$

mais on a

$$\Delta x_3 = x_2, \qquad \Delta X_1 = 1, \qquad \Delta X_3 = X_2;$$

on a donc

$$x_2 = \Delta y_3 + y_2 + \omega X_2,$$

ce qui, d'après la relation précédente [deuxième des relations (2)], donne

$$\Delta y_3 = 0.$$

La quatrième des relations (2), traitée de la même façon, donne, en vertu de la précédente,

$$\Delta y_4 = 0.$$

En général, ayant établi que $\Delta y_2, \ldots, \Delta y_{p-1}$ sont nuls, on tire de la $p^{\text{ième}}$ des relations (2),

$$\Delta x_p = \Delta y_p + y_{p-1} \Delta X_1 + y_{p-2} \Delta X_2 + \ldots + y_2 \Delta X_{p-2} + \omega \Delta X_p;$$

mais on a

$$\Delta x_p = x_{p-1}, \qquad \Delta X_1 = 1, \qquad \Delta X_2 = X_1, \qquad \ldots, \qquad \Delta X_{p-2} = X_{p-3}, \qquad \Delta X_p = X_{p-1};$$

on a donc

$$x_{p-1} = \Delta y_p + y_{p-1} + y_{p-2} X_1 + \ldots + y_2 X_{p-3} + \omega X_{p-1},$$

ce qui, d'après la $(p-1)^{\text{ième}}$ des relations (2) montre que $\Delta y_p = 0$. On arrive ainsi, de proche en proche, à $\Delta y_n = 0$.

En résumé, la substitution qui remplace

$$x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_n$$

par

$$x_1 + \omega, \quad x_2 + x_1, \quad \ldots, \quad x_n + x_{n-1}$$

laisse *invariables* les quantités

$$y_2, \quad y_3, \quad \ldots, \quad y_n.$$

Soit alors

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n), \tag{3}$$

une fonction uniforme de $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Par l'effet du changement de variables (2), elle devient une fonction

$$f[x_1, y_2, y_3, \ldots, y_n] \tag{4}$$

de $x_1, y_2, \ldots, y_n$, et la relation (1) devient

$$f[x_1+\omega, y_2, y_3, \ldots, y_n] = f[x_1, y_2, y_3, \ldots, y_n]. \tag{5}$$

La fonction (4) admet donc, par rapport à x_1, la période ω. Inversement, si l'on prend une fonction uniforme (4) de x_1, y_2, $\ldots$, y_n, admettant, par rapport à x_1, la période ω, cette fonction exprimée en x_1, x_2, $\ldots$, x_n devient une fonction uniforme qui vérifie la relation (1).

En particulier, pour qu'une fonction entière de x_1, x_2, $\ldots$, x_n vérifie la relation (1), il faut et il suffit que, dans le système des variables x_1, y_2, y_3, $\ldots$, y_n, elle devienne une fonction entière admettant, par rapport à x_1, la période ω.

III. Comme application, cherchons à déterminer le *polynome*

$$P(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

le plus général en x_1, x_2, $\ldots$, x_n, vérifiant la relation (1). Par le changement de variables (2) ce polynome devient un polynome

$$P[x_1, y_2, y_3, \ldots, y_n] \tag{6}$$

en x_1, y_2, $\ldots$, y_n admettant la période ω par rapport à x_1 :

$$P[x_1+\omega] = P[x_1].$$

Mais, pour qu'un polynome $P[x_1]$ vérifie une telle relation, il faut et il suffit qu'il ne renferme pas x_1. Donc le polynome (6) est indépendant de x_1, et l'expression la plus générale des polynomes cherchés est

$$P[y_2, y_3, \ldots, y_n],$$

c'est-à-dire un polynome arbitraire en $y_2, y_3, \ldots, y_n$.

En résolvant les équations (2) par rapport aux y, on trouve $(n-1)$ polynomes particuliers vérifiant la relation (1) :

$$\begin{aligned} y_2 &= P_2(x_1, x_2), \\ y_3 &= P_3(x_1, x_2, x_3), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots, \\ y_n &= P_n(x_1, x_2, \ldots, x_n). \end{aligned}$$

Le polynome le plus général vérifiant la relation (1) est alors un polynome quelconque composé avec ces polynomes fondamentaux. On peut remarquer que le polynome P_p est du degré p en x_1 et du premier degré par rapport aux autres variables $x_2, x_3, \ldots, x_p$.

On voit de même que toute fonction rationnelle $R(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ vérifiant la relation (1) est une fonction rationnelle de $y_2, y_3, \ldots, y_n$ et inversement.

IV. Dans le cas particulier $n = 4$, en appelant x, y, z, t les quatre variables x_1, x_2, x_3, x_4, on trouve, tout calcul fait, les expressions suivantes de y_2, y_3, y_4 par trois polynomes fondamentaux :

$$y_2 = P_3(x, y) \quad = y - \frac{x(x-\omega)}{2\omega},$$

$$y_3 = P_3(x, y, z) \quad = z - y\frac{x}{\omega} + \frac{(x+\omega)x(x-\omega)}{3\omega^2},$$

$$y_4 = P_4(x, y, z, t) = t - z\frac{x}{\omega} + y\frac{(x+\omega)x}{2\omega^2} - \frac{(x+2\omega)(x+\omega)x(x-\omega)}{8\omega^3}.$$

Le polynome le plus général $P(x, y, z, t)$ vérifiant la relation

$$P(x+\omega, y+x, z+y, t+z) = P(x, y, z, t)$$

est un polynome arbitraire en P_2, P_3 et P_4.

GÉOLOGIE. — *Sur la coexistence, dans les environs de Castellane, de dislocations pyrénéo-provençales et de plissements alpins, et sur la complexité de ces phénomènes orogéniques.* Note [1] de MM. **W. Kilian** et **Antonin Lanquine.**

Afin de réunir les éléments d'une étude d'ensemble sur la tectonique des environs de Castellane, nous avons fait quelques observations au nord-ouest et au sud-ouest de cette ville.

C'est ainsi que nous avons pu vérifier, au Nord-Ouest, le contraste avec les accidents pyrénéo-provençaux, envisagés dans une Note précédente, des plis nettement alpins qui déterminent les chevauchements vers le Sud du Jurassique de la Blache et de celui de Lauppe qui surmonte le premier après la traversée du torrent du Cheiron.

Dans la partie amont du ravin de Descouère, nous avons remarqué, sous la Baume, succédant à une série éocrétacée de faciès bathyal, un important développement de marnes aptiennes, non marqué sur la feuille de Castellane, sur lesquelles viennent s'appuyer, derrière le hameau, le Sinémurien et le Domérien du Castellard.

Au Sud-Ouest, le bel accident de la clue du Verdon, décrit et figuré par M. Zürcher, sous Rougon, nous semble, au contraire, devoir être rattaché au *mécanisme provençal.* En effet, sous le Trias de Rougon, qui constitue la base d'une masse recouvrante vers

---

(1) Séance du 2 août 1915.

le Sud, le Jurassique supérieur, à faciès provençal, de Breis forme un grand pli nettement *couché vers le Nord* dans le noyau duquel se montre des dolomies du groupe Oolithique moyen (faciès provençal). Des gondolements correspondants intéressent le Néocomien et le Cénomanien de cette carapace, en allant vers l'Ouest. Par suite d'un autre accident, transversal (déjà remarqué par M. Ph. Zürcher), ce Cénomanien vient buter, avec intercalation d'une zone mylonitisée, contre le Jurassique supérieur (de type provençal) du cañon.

Il est certain que le mouvement qui a déterminé l'avancée du Trias de Bougon au-dessus de la charnière jurassique en question est d'origine alpine, comme l'indique le sens du déversement. Mais il est possible de voir là l'effet d'une *reprise* analogue à celles qui caractérisent les accidents de la région orientale, reprise arrivant à mettre en contact brutal deux segments (faux synclinaux) superposés de la nappe. Des recherches ultérieures nous aideront à élucider ce problème.

Les faits que nous avons ainsi rassemblés viennent à l'appui de l'interprétation énoncée au début de la précédente Note; on peut les résumer comme suit :

Dans la région comprise entre Grasse et les environs nord de Castellane, le plissement alpin (posthelvétien) s'est étendu à un puissant complexe d'assises variées, comprenant des *plis à racines externes* [1] (duplicatures) et des *plis à racines internes* [2] (nappes), issus de la chaîne pyrénéo-provençale d'âge antéoligocène, qu'il a *repris* et notablement modifiés. Par suite de cette sorte d'interférence, les digitations frontales des nappes préoligocènes ont été morcelées, *chavirées* et leurs charnières anticlinales, primitivement tournées vers le Nord, ont été fréquemment transformées en *faux synclinaux* simulant des plis-failles refoulés vers le Sud. Ainsi s'expliquent notamment l'énorme épaisseur apparente des assises jurassiques et crétacées qui constituent le bord sud des *Préalpes maritimes* et l'opposition remarquable des faciès du Jurassique supérieur et du Crétacé signalée par MM. Zürcher et Kilian aux environs de Castellane. Les éléments de nappes provençales d'origine méridionale *flottent* sur un Cénomanien, en partie autochtone, et possèdent, pour l'Éocrétacé et le Tithonique, des faciès néritiques fort différents des faciès vaseux du Cheiron de Castellane, de sa continuation vers le Nord-Ouest et des plis des environs de la Jaby et de Castillon.

---

(1) W. Kilian, *C. R. Collab. Serv. Carte géol. de la Fr.* pour 1905, in *Bull. Serv. Carte géol. de la Fr.*, n° 110, t. XVI, mai 1906, p. 171 (*Remarques sur la Tectonique de la Basse-Provence*) et *Id.*, n° 122, t. XIX, juillet 1909, p. 164.

(2) W. Kilian, *Notes de Géologie alpine*, 2e article (*Ann. Enseign. sup. Grenoble*, t. V, 1893, p. 277, et *Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 1024).

Il convient également de remarquer que la région occupée, dans le Sud de la feuille de Castellane, par les duplicatures et nappes provençales coïncide approximativement avec l'aire occupée par les formations lacustres et saumâtres de l'Éocène et de l'Oligocène (Rayau, Sainte-Pétronille), alors que les refoulements plus spécialement *alpins* coïncident avec l'aire d'extension des dépôts nummulitiques marins telle qu'elle a été tracée par M. Jean Boussac. L'ancienne chaîne pyrénéo-provençale avait sans doute opposé, pendant sa surrection, un obstacle aux transgressions éocènes et lattorfienne vers le Sud-Ouest et l'Ouest.

Nous exposerons, dans une Note ultérieure, les confirmations qu'apportent à notre interprétation l'étude des faciès (faciès provençal, faciès mixte et faciès bathyal), dont M. Zürcher a dégagé, pour la région de Castellane, quelques-uns des traits les plus essentiels, ainsi que l'étude de la continuation vers le Nord-Ouest des accidents provençaux et de leurs rapports avec les dislocations alpines (posthelvétiennes) de Levens. L'un de nous a mis en évidence, il y a longtemps déjà [2], la superposition de ces deux séries de mouvements d'âge différents dans la chaîne est-ouest du Mont Luberon et il semble probable que l'influence du ridement provençal s'est étendue jusque dans les montagnes du Diois antérieurement au plissement alpin posthelvétien.

Dans la montagne de Lure et à Tanaron (Basses-Alpes) le plissement postmiocène s'est effectué suivant les mêmes axes EW que le plissement provençal, réalisant ainsi ce qu'on peut appeler des *plis posthumes*, alors que, dans l'est des Basses-Alpes, il affecte une direction différente et s'est traduit, comme l'ont montré les beaux travaux de M. Émile Haug, par deux séries d'efforts, dont le plus récent a amené le chevauchement des plis posthelvétiens Est-Ouest (Tanaron) par des *écailles* plus récentes, dirigées SE-NO.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Défense contre la grêle et les orages dans l'arrondissement de Bergerac, par M. de Beauchamp. (Présenté par M. J. Violle.)

MM. **Astruc** et **Jadin**, **Paul Becquerel**, **F. Fauvel**, **Charles Frémont**, **Gougerot**, **Henry Hubert**, **Armand Lambert**, **Jean Lorfèvre** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme veuve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

M. **Henri Devaux** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de Bessel à plusieurs variables.* Note [1] de M. **Joseph Pérès**, transmise par M. Appell.

A la fin d'une Note récente [2], M. Appell a été amené à considérer des fonctions de Bessel de plusieurs variables.

J'avais un peu étudié, en 1912, des fonctions de cette nature, mais sans rien publier alors sur ce sujet. Je demande la permission d'exposer brièvement les principaux résultats que j'avais obtenus dans cette voie.

L'intégrale

$$\frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos(pv - \alpha_1 \sin v - \alpha_2 \sin 2v - \ldots - \alpha_n \sin nv - \ldots)\, dv$$

définira, p étant un entier positif ou négatif et les α_p étant soumis à certaines restrictions, une fonction d'une infinité de variables

$$\mathfrak{J}_p(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \ldots)$$

tout à fait analogue à la fonction de Bessel ordinaire

$$J_p(\alpha_1) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos(pv - \alpha_1 \sin v)\, dv.$$

On verra les analogies profondes qui se manifestent entre les fonctions $\mathfrak{J}_p$ et J_p. Notons d'abord qu'on est conduit à envisager les fonctions $\mathfrak{J}_p$ par l'inversion de l'équation

$$v = u + \alpha_1 \sin v + \alpha_2 \sin 2v + \ldots + \alpha_n \sin nv + \ldots,$$

(1) Séance du 9 août 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 419.

comme on est conduit aux fonctions J_p par l'inversion de l'équation de Képler.

On démontre aisément les relations

$$\frac{\partial \mathfrak{J}_p}{\partial \alpha_i} = \frac{1}{2}(\mathfrak{J}_{p-i} - \mathfrak{J}_{p+i}) \tag{1}$$

et, si la série $\Sigma n|\alpha_n|$ converge, les relations de récurrence

$$\pi \mathfrak{J}_\pi = \frac{1}{2}[\alpha_1(\mathfrak{J}_{\pi-1} + \mathfrak{J}_{\pi+1}) + \ldots + n\alpha_n(\mathfrak{J}_{\pi+n} + \mathfrak{J}_{\pi-n}) + \ldots]. \tag{2}$$

Il est aisé d'en conclure des relations différentielles du second ordre vérifiées par $\mathfrak{J}_p$.

Nous allons étudier ces relations en nous bornant aux cas des fonctions $\mathfrak{J}_p$ de n variables

$$\mathfrak{J}_p(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos(p\varphi - \alpha_1 \sin\varphi - \ldots - \alpha_n \sin n\varphi)\, d\varphi$$

($\alpha_{n+1}, \alpha_{n+2}, \ldots$ étant donc supposés nuls). Il est aisé de former toutes les équations différentielles du second ordre en $\mathfrak{J}_p$ qu'on peut déduire des relations (1) et (2) : il suffit pour cela d'écrire toutes les relations [déduites de (1)] donnant les dérivées premières et secondes de $\mathfrak{J}_p$ et les relations (2) pour les valeurs de π comprises entre $p-n$ et $p+n$, puis d'éliminer entre elles

$$\mathfrak{J}_{p-2n}, \quad \mathfrak{J}_{p-2n+1}, \quad \ldots, \quad \mathfrak{J}_{p-1}, \quad \mathfrak{J}_{p+1}, \quad \ldots, \quad \mathfrak{J}_{p+2n}.$$

On obtient ainsi $N = n + \frac{(n-1)(n-2)}{2}$ équations linéaires distinctes du type cherché. Parmi ces équations, $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ sont d'un type très simple, on a

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_i\,\partial\alpha_k} = \frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_r\,\partial\alpha_s} + \frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_t\,\partial\alpha_u} \qquad (\text{si } i+k = r+s,\ k-i = u-t,\ r-s = t+u).$$

Les autres sont un peu plus compliquées. Le système S de ces N équations est l'équivalent, pour la fonction $\mathfrak{J}_p$, de l'équation de Bessel pour la fonction J_p.

Pour la fonction $\mathfrak{J}_p(\alpha_1, \alpha_2)$ ce système comprend les deux équations

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_1^2}[\alpha_1^2 + 4\alpha_2(p - 2\alpha_2)] + 2\alpha_1\alpha_2\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_1\,\partial\alpha_2} + \alpha_1\frac{\partial \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_1} + \mathfrak{J}_p[\alpha_1^2 - (p - 2\alpha_2)^2] = 0,$$

$$2\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_1^2}(p + 2\alpha_2) - \alpha_1\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_1\,\partial\alpha_2} - 2\alpha_2\frac{\partial^2 \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_2^2} - 2\frac{\partial \mathfrak{J}_p}{\partial\alpha_2} = 0.$$

La solution générale du système (S) *ne dépend, comme celle de l'équation de Bessel, que de constantes arbitraires.* On prouvera, en effet, que les équations de ce système, et celles qu'on en déduit par dérivation, permettent d'exprimer, en fonction de

$$\mathfrak{z}_p, \quad \frac{\partial \mathfrak{z}_p}{\partial \alpha_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \qquad \frac{\partial^2 \mathfrak{z}_p}{\partial \alpha_1 \, \partial \alpha_k} \quad (k = 1, 2, \ldots, n-1),$$

les autres dérivées secondes et les dérivées troisièmes. On en conclura aisément que la solution du système S dépend de $2n$ constantes arbitraires. La solution générale du système S vérifie d'ailleurs les équations (1) et (2), tout à fait équivalentes à ce système.

Parmi les solutions fondamentales du système S, une seule, la fonction $\mathfrak{z}_p$ elle-même, demeure holomorphe au voisinage de $\alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_n = 0$.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation des verges élastiques.* Note de M. **H.-G. Block.**

Le problème des vibrations des verges élastiques conduit à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0. \tag{1}$$

La solution fondamentale de cette équation s'écrit

$$\begin{aligned} &\mathrm{E}(\xi - x, \eta - y) \\ &= \sqrt{\eta - y}\left[\cos\frac{(\xi - x)^2}{4(\eta - y)} + \sin\frac{(\xi - x)^2}{4(\eta - y)}\right] + \frac{\xi - x}{2}\int_0^{\frac{\xi - x}{\sqrt{\eta - y}}} \left(\cos\frac{\lambda^2}{4} - \sin\frac{\lambda^2}{4}\right) d\lambda. \end{aligned}$$

A l'aide de cette solution on obtient

$$\begin{aligned} &-\sqrt{2\pi}\, z(\xi, \eta) \\ &= \int\left(z\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y} - \mathrm{E}\frac{\partial z}{\partial y}\right) dx + \int\left(\mathrm{E}\frac{\partial^3 z}{\partial x^3} - \frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x}\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathrm{E}}{\partial x^2}\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\partial^3 \mathrm{E}}{\partial x^3} z\right) dy. \end{aligned} \tag{2}$$

Ici les intégrales sont prises le long d'une courbe s située au-dessous de la droite $y = \eta$ et délimitant, avec une portion l_1 de cette droite, un domaine Γ du plan des xy. Le premier membre doit être remplacé par o si le point ξ, η est situé, non pas sur l_1, mais sur son prolongement.

La solution fondamentale a été donnée par Fourier qui l'utilisa pour

résoudre le problème des vibrations des verges infiniment longues dans les deux directions. Alors s se réduit à une droite infinie parallèle à l'axe des x. Si au contraire la verge a une longueur finie, la courbe s se compose d'une portion de droite l_0, parallèle à l'axe des x, et de deux portions de droites s_0, s_1, perpendiculaires à cet axe. Dans ce cas, la formule (2) ne suffit pas pour résoudre le problème, car, sur s_0 et s_1, deux quantités seulement $\left(z \text{ et } \frac{\partial z}{\partial x} \text{ par exemple}\right)$ peuvent être données arbitrairement. C'est ce que montre la position physique du problème, et l'on peut facilement s'en convaincre en multipliant l'équation (1) par $\frac{\partial z}{\partial y}$ et en appliquant le procédé de Green au domaine Γ. Pour résoudre dans ce cas le problème, on s'est servi d'autres méthodes où n'intervient pas la solution fondamentale. Si l'on suppose la verge infinie dans une direction seulement, on peut cependant résoudre le problème par une généralisation de la méthode des images analogue à celle dont je me suis servi dans un autre cas (Voir *Arkiv för Matematik* de Stockholm, t. 8, n° 23).

Supposons donc s_1 infiniment éloignée à droite, tandis que s_0 coïncide avec l'axe des y. Au lieu de la solution fondamentale, nous prendrons comme point de départ la fonction

$$\mathrm{F}(\xi-x, \eta-y)=\sqrt{\eta-y}\, e^{i\frac{(\xi-x)^2}{4(\eta-y)}}-\frac{i(\xi-x)}{2}\int_0^{\frac{\xi-x}{\sqrt{\eta-y}}} e^{i\frac{\lambda^2}{4}}\, d\lambda,$$

qui satisfait également à l'équation (1). Considérons d'abord le cas où z et $\frac{\partial z}{\partial x}$ sont donnés sur s_0. La fonction de Green $\mathrm{G}(\xi, x, \eta, y)$ de ce problème doit satisfaire aux conditions suivantes :

G doit être une solution de (1), régulière à l'intérieur de Γ;

Pour $y=\eta$, on doit avoir

$$\mathrm{G}=0 \qquad \text{et} \qquad \int_{l_1} z\frac{\partial \mathrm{G}}{\partial y}\, dx = k\, z(\xi, \eta);$$

Pour $x=0$, $y<\eta$, on doit avoir

$$\mathrm{G}=\frac{\partial \mathrm{G}}{\partial x}=0.$$

Or une telle fonction s'obtient en prenant la partie réelle de

$$\begin{aligned}&\mathrm{H}(\xi, x, \eta, y)\\&=(1-i)\,\mathrm{F}(\xi-x, \eta-y)+(1+i)\,\mathrm{F}(-\xi-x, \eta-y)-2\mathrm{F}(-i\xi-x, \eta-y).\end{aligned}$$

D'abord il est évident que la première condition est vérifiée. Pour $y = \eta$, on trouve que H est égal à $-i\sqrt{\frac{\pi}{2}}(\xi - x + |\xi - x|)$; G est donc nul pour $y = \eta$. Quant à l'intégrale $\int_{l_1} z \frac{\partial G}{\partial y} dx$, on trouve que la seule partie de H qui y donne un terme non nul est $(1-i)F(\xi - x, \eta - y)$. Or la partie réelle de cette fonction est la solution fondamentale, d'où l'on voit que la valeur de l'intégrale en question est $-\sqrt{2\pi}\, z(\xi, \eta)$, si elle est prise dans le sens des x croissants. Pour démontrer enfin que G et $\frac{\partial G}{\partial x}$ sont nuls pour $x = 0$, on se servira du fait que $F(\xi - x, \eta - y)$ est une série de puissances à coefficients réels de $i(\xi - x)^2$.

Voici les fonctions de Green pour d'autres données sur le même contour : Si $\frac{\partial z}{\partial x}$ et $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$ sont donnés sur s_0, G est la partie réelle de

$$(1-i)F(\xi - x, \eta - y) \\ -(1+i)F(-\xi - x, \eta - y) - 2iF(-i\xi - x, \eta - y) + \sqrt{2\pi}x.$$

Si z et $\frac{\partial^3 z}{\partial x^3}$ sont donnés, il faut prendre la partie réelle de

$$(1-i)F(\xi - x, \eta - y) \\ -(1+i)F(-\xi - x, \eta - y) + 2iF(-i\xi - x, \eta - y) + \sqrt{2\pi}\xi.$$

On voit enfin immédiatement comment il faut procéder si les données sont z et $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$ ou $\frac{\partial z}{\partial x}$ et $\frac{\partial^3 z}{\partial x^3}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la phototropie des systèmes inorganiques. Système du sulfure de calcium.* Note de M. **José-Rodriguez Mourelo**, présentée par M. Charles Moureu.

Poursuivant mes expériences sur la phototropie des systèmes inorganiques, je m'occuperai du sulfure de calcium. Ce corps est précisément celui où j'observai la phototropie pour la première fois; la présence constante du manganèse dans les produits phototropiques me fit attribuer à ce métal la propriété du changement de couleur, presque toujours du blanc au rouge violacé, sous l'influence directe de la lumière.

J'ai fait deux séries d'expériences, chacune sur dix corps, suivant la

même méthode de préparation. A 100^{g} de carbonate de calcium pur, obtenu par précipitation du chlorure par le carbonate de sodium, j'ai ajouté 0^{g},1 de chlorure de sodium et 0^{g},03 de carbonate de sodium, avec les proportions nécessaires des matières actives. Après y avoir mélangé de la fleur de soufre, j'ai chauffé, dans des creusets de porcelaine, à des températures allant de 300° à 1000°, pendant 4 heures. Après refroidissement, les masses obtenues sont, en général, blanches et sensibles à la lumière, mais non pas phosphorescentes.

Voici les résultats des expériences :

PREMIÈRE SÉRIE. — *Un diluant, avec un seul phosphorogène, le manganèse.*

	Mn p. 100 de CO^3Ca.	Phosphorescence.	Phototropie.
I...............	0^{g},1	rien	rouge-violacée
II...............	0,05	»	rosée
III...............	0,025	»	violacée
IV...............	0,01	»	violacée, intense
V...............	0,005	»	violacée, très forte
VI...............	0,0025	»	violacée, plus intense
VII...............	0,001	»	violacée, encore plus
VIII...............	0,0005	»	plus intense
IX...............	0,00025	traces	violacée-jaunâtre
X...............	0,0001	rien	violacée-rougeâtre

On voit comme la phototropie est persistante, et, au contraire, il faut noter l'absence de la phosphorescence, ce que j'attribue à la température de formation des systèmes, me rappelant combien un excès de chaleur empêche la phosphorescence, et aussi que le sulfure de calcium luminescent se forme à des températures moins élevées que les autres sulfures.

Il y a lieu de remarquer, également, que la couleur, toujours blanche, des produits, tourne au rose, où elle acquiert des nuances rougeâtres et le plus souvent violacées sous les actions de la lumière; une seule fois seulement on a observé une nuance jaunâtre. La phototropie se développe aussitôt que les systèmes sont soumis à l'influence d'une forte illumination, sans insolation, et elle atteint bientôt son intensité maxima. A la lumière diffuse, les systèmes reprennent à l'instant leur couleur blanche. Tout le phénomène, avec ses phases, se passe dans 3 minutes au plus.

L'absence de la phosphorescence sert à établir l'indépendance des deux faits, mais n'implique pas l'incompatibilité. Bien au contraire, j'ai préparé nombre de sulfures de calcium qui sont, à la fois, très phosphorescents et très phototropiques.

J'ai observé que la phototropie commence à devenir sensible avec 0g,1 pour 100 de manganèse; son intensité augmente à mesure que la proportion du phosphorogène diminue, jusqu'à la proportion de 0g,0001 de manganèse pour 100 de carbonate de calcium, c'est-à-dire jusqu'au dixième terme de la série; si l'on diminue encore la quantité de manganèse, l'intensité de la phototropie, bien loin d'augmenter, décroît, et bientôt elle s'éteint. Il y a, par conséquent, une certaine analogie entre les faits que j'ai notés et les expériences de Bruninghaus et celles du professeur Urbain, faites avec des composés calciques manganésifères, qui ont abouti à la loi dite *de l'optimum*. Malgré l'apparente ressemblance des phénomènes, je me réserve, pour le moment, d'établir des règles générales; l'énonciation des constantes qui déterminent le maximum d'intensité de la phototropie, par la relation numérique du phosphorogène au diluant, est encore prématurée, et il faut des expériences très variées pour trouver les moyens de détermination de ces constantes.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Un diluant et deux phosphorogènes, le manganèse et le bismuth.*

	Mn p. 100 de CO^3Ca.	Bi p. 100 CO^3Ca.	Phosphorescence.	Phototropie.
	g	g		
I.....	0,1	0,1	rien	rouge-violacée
II.....	0,005	0,005	»	rosée
III.....	0,025	0,025	»	violacée
IV.....	0,01	0,01	»	violacée
V.....	0,005	0,005	»	violacée intense
VI....	0,0025	0,0025	»	violacée plus intense encore
VII....	0,001	0,001	»	» encore plus forte
VIII...	0,005	0,005	»	» encore plus intense
IX.....	0,0025	0,0025	traces	jaunâtre intense
X.....	0,0001	0,0001	rien	rougeâtre, très intense

Tous les sulfures de cette série ont la couleur blanche, et l'on observe un certain parallélisme avec la série antérieure. Seulement il est à noter que, dans tous les cas, la présence de deux phosphorogènes ou matières actives excite la phototropie des systèmes et les rend plus sensibles à la lumière; mais elle ne paraît pas avoir d'influence sensible sur la coloration des phototropiques. C'est une autre analogie avec la phosphorescence. Dans mes expériences actuelles de la seconde série, la luminescence n'a été signalée que dans un sulfure de calcium, et son intensité en résulte minima; je la qualifie de traces, et, pour la développer, il faut la soumettre aux actions directes d'une illumination assez forte pendant 3 minutes. C'est alors

qu'elle commence à luire, et l'on ne peut même dire la couleur d'une si faible phosphorescence.

Si la présence du bismuth en si petites proportions sert à exalter l'intensité de la phototropie, il semble qu'elle n'a pas d'influence sur les couleurs des systèmes phototropiques. Dans les deux séries, dominent les nuances rougeâtres, rosées et violacées, qui assurent la prédominance du manganèse en sa qualité de phototrope, et il suffit de comparer les deux séries d'expériences, et même les résultats obtenus avec le système du sulfure de strontium, pour en avoir la preuve.

CHIMIE. — *Procédé de contrôle permettant d'apprécier rapidement la quantité de nickel déposée sur des objets nickelés.* Note [1] de **M. M. Pontio**, présentée par M. Ch. Moureu.

Principe de la méthode. — Le principe de cette méthode repose sur l'action combinée de l'eau oxygénée et des acides minéraux au contact du fer ou du cuivre.

Si, dans une dissolution froide de HCl étendu et de H^2O^2, 12 volumes mélangés dans des proportions convenables, on immerge une lame ou un objet nickelé par électrolyse, il se produira les deux phénomènes chimiques suivants :

1° Une pénétration plus ou moins rapide du mélange oxydant à travers les interstices laissés par un dépôt électrolytique de nickel plus ou moins bien réparti et abondant. La rapidité de cette pénétration est fonction de la quantité de métal déposée et du rapprochement de ses molécules, et ne devient effective, dans le cas d'une épaisseur suffisante et uniformément répartie, que lorsque le liquide a détruit une partie du nickel pour arriver jusqu'au cuivre [2].

---

(1) Séance du 9 août 1915.

(2) C'est ce qui se passe pour le cuivre nickelé. Il n'en est pas de même lorsque, au lieu de cuivre, on a affaire à du fer. Dans ce cas, la réaction est la même, mais la pénétration du mélange oxydant est beaucoup plus rapide, à quantité de nickel égale, le fer étant par sa nature même beaucoup plus difficile à couvrir que le cuivre. Cela tient au peu d'homogénéité de la masse de ses particules présentant toujours une section à grains grossiers et irréguliers, parsemée de fissures et de cavités, facilement décelables au microscope.

2° Une attaque lente à froid du nickel qui facilitera la pénétration du mélange oxydant jusqu'au métal sous-jacent. Cette attaque se manifestera différemment suivant trois cas qui peuvent se présenter :

a. Le métal de fond est du cuivre : Si la couche de nickel est faible (moins de 1^{mg} par centimètre carré), la formation de $CuCl^2 \, 2H^2O$ sera instantanée. Si la couche de nickel est suffisante (de 2^{mg} à 3^{mg} par centimètre carré), la formation de $CuCl^2 \, 2H^2O$ sera accompagnée de $NiCl^2 6H^2O$, et dans ce cas l'apparition de ces sels, constatée par leur coloration verte, sera d'autant plus rapide que la couche de nickel sera moins grande, le nickel étant peu attaquable par le réactif.

b. Le métal de fond est du fer : Dans ce cas, l'apparition du perchlorure de fer est beaucoup plus rapide que celle du chlorure cuivrique à quantité de nickel égale [1].

c. Le métal de fond est du fer, mais il est cuivré avant d'être nickelé :

1° Si la couche de nickel est faible, le cuivre apparaîtra instantanément et sera suivi presque en même temps de l'apparition du fer;

2° Si la couche de nickel est forte, seul le fer apparaîtra au début de la réaction, suivie elle-même de l'apparition du cuivre dans un temps plus ou moins long qui sera proportionnel à la quantité de nickel déposée.

Dans les trois cas, l'apparition des sels de fer et de cuivre indique le terme de la réaction, rendue sensible par la formation ultérieure d'un sel double (pour le cuivre et le nickel) et provoquée par une addition prudente au mélange, d'une certaine quantité d'ammoniaque liquide concentrée.

Il résulte de l'exposé de cette méthode que la quantité de nickel nécessaire à l'obtention d'un bon nickelage varie avec la nature du métal sous-jacent. Elle sera bien moins importante pour un métal à grains fins et compacts et d'une contexture homogène que pour un métal présentant une surface irrégulière, granuleuse, fissurée ou striée.

Le fer et le cuivre destinés au nickelage doivent, au préalable, être polis, et, de plus, le fer doit subir l'opération du meulage, de façon à égaliser les surfaces en enlevant autant que possible les fissures et soufflures peu profondes qui peuvent s'y trouver et qui ne seraient pas couvertes par le nickel.

Pour obtenir une bonne adhérence du nickel sur le fer, les praticiens recommandent de cuivrer au préalable ce métal.

Une couche de nickel représentant 2^{mg} par centimètre carré est suffisante pour couvrir fortement la surface d'un objet en cuivre, mais doit être portée à 4^{mg} par centimètre carré pour des objets en fer préalablement cuivrés.

---

(1) Voir la note (2) de la page précédente.

Mode opératoire. — Composition du réactif pour 100 parties en volume :

Eau distillée	50^{cm^3}
AzO^3H à 36° B.	10
HCl à 22° B.	20
H^2O^2 à 12^{vol}	20

Après avoir trempé quelques secondes l'objet nickelé dans un bain de SO^3 concentré, lavé à grande eau, et essuyé avec un linge propre, on verse, au moyen d'un compte-gouttes ou d'une tige de verre, une goutte du mélange oxydant sur une partie quelconque de l'objet. On laisse en contact 2 minutes. Au bout de ce temps, on verse sur la première une goutte d'ammoniaque à 22°.

Nouveau contact d'une minute : c'est-à-dire 3 minutes en tout. Ce mélange, après ce temps, est versé sur une soucoupe de porcelaine ou sur une assiette blanche et ne doit pas être coloré en bleu, si l'essai a été effectué sur un objet dont le métal de fond est du cuivre, et en brun ou jaune (Fe^2O^3) si c'est du fer. Dans le doute, pour ne pas confondre la coloration mauve du sel double de nickel avec celle franchement bleue du sel double de cuivre, une goutte de ferrocyanure de potassium est additionnée au mélange versé sur la porcelaine, et, après un nouveau contact d'une minute, ne doit pas donner la coloration rouge du ferrocyanure de cuivre. Ce temps de 3 minutes de contact correspond à une teneur minimum de 1^{mg} de nickel par centimètre carré pour les objets en cuivre, et à 4^{mg} pour les objets en fer préalablement cuivrés. On peut, par ce moyen, établir les temps de contact nécessaires pour d'autres teneurs en nickel sur cuivre et sur fer. On peut aussi, par le même procédé, contrôler les teneurs en argent sur les objets en cuivre ou laiton argenté.

MINÉRALOGIE. — *Sur un gisement d'euxénite au Brésil.* Note [1] de M. ALBERTO BETIM.

J'ai eu le loisir de visiter dernièrement un gisement d'euxénite près de Pomba, État de Minas-Geraes au Brésil.

Il s'agit d'une région de gneiss coupés par de nombreux dykes de labradorite. A côté de la colline de gneiss d'où l'on a extrait l'euxénite se trouve un massif syénitique dont je ferai la description étant données ses relations probables avec l'apophyse de pegmatite où se trouve l'euxénite.

Cette syénite quartzifère présente deux structures différentes :

D'une part elle a un grain moyen, ses éléments étant grossièrement alignés, ce qui lui donne un aspect gneissique : d'autre part elle a des caractères pegmatitiques par la nature de ses feldspaths et par le développement de ses éléments.

(1) Séance du 9 août 1915.

Dans cette deuxième structure de nombreuses cavités miarolitiques ont permis aux feldspaths de prendre des formes cristallines où l'on peut noter les faces g_1, m, p, a_1 et $a^{\frac{1}{2}}$. Au goniomètre d'application j'ai pu constater que pg_1 était un peu supérieur à 90°.

L'étude chimique faite à l'aide du spectrographe (¹) m'a montré que ce feldspath contenait des quantités à peu près équivalentes de sodium et de potassium, qu'il contenait en outre un peu de baryum et de gallium. J'ai trouvé également des cristaux d'albite ($pg_1 = 93°$, absence de potassium) contenant également du baryum. En lame mince quelques feldspaths présentaient du reste des macles polysynthétiques. D'autre part, dans la partie à structure de pegmatite de la syénite, le feldspath était exclusivement une microperthite (microcline et albite). Il est donc probable que l'albite, formant une deuxième phase, a transformé l'orthose en anorthose et la microcline en microperthite.

Les éléments de première cristallisation de la syénite sont le sphène en grains microscopiques et un amphibole (en grands cristaux dans la structure pegmatitique). Cet amphibole a un allongement positif avec une extinction de 25° sur g_1, son absorption maximum se fait suivant n_g en vert sombre. Suivant n_p la couleur est brune. Chimiquement il est caractérisé par sa richesse en magnésium et en fer et par la présence de manganèse et de sodium. Al^2O^3 se trouve seulement à l'état de traces. Il s'agit donc d'une horneblende sodique et manganésifère où Al^2O^3 a été remplacé par Fe^2O^3.

Finalement la présence de phosphore et de calcium dans certains spectres faits sur la syénite me font soupçonner la présence d'apatite. L'euxénite a été trouvée, et depuis on en a extrait des blocs de plusieurs kilogrammes, dans un corps de pegmatite plus ou moins décomposée, de plus de 20^m d'épaisseur et qui coupe, avec une forte inclinaison, le gneiss au voisinage immédiat de la syénite.

L'euxénite est généralement recouverte d'une croûte terreuse, parfois à l'aspect gras, verdâtre. Dans cette croûte on trouve des cristaux orthorhombiques sur lesquels, en adoptant les paramètres de Groth, j'ai déterminé les faces $g_1(010)$, $m(110)$, $a^{\frac{1}{2}}(201)$ et $b^{\frac{2}{3}}(343)$.

(¹) Le spectrographe dont je me suis servi est un spectrographe Féry à prisme de quartz, construit en 1913 par Ch. Beaudouin, à Paris.

Les spectres ont été produits à l'arc électrique (110 volts, 10 à 15 ampères, courant continu), obtenu entre deux électrodes de charbon.

La croûte recouvre un noyau vitreux, à cassure conchoïdale, tantôt noir de velours, tantôt rougeâtre, ce qui fait varier sa poudre du gris clair au brun rouge.

La densité de l'euxénite fraîche est de 4,88.

L'étude spectrale qualitative (les spectres ayant été obtenus par l'arc électrique) montre que le titane est l'élément prédominant; vient ensuite le niobium.

En effet, dans la région ultraviolette, comprise entre 2570 et 3340 angströms, j'ai pu identifier 75 raies de Ti, parmi lesquelles quelques-unes n'étaient que de coefficient 2 suivant Exner et Haschek, tandis que les 54 raies déterminées pour Nb avaient comme coefficient minimum 3 (1).

Le groupe yttria, représenté par Y, Yb et Er, se trouve en quantités appréciables.

Des essais quantitatifs ont donné, pour U^3O^8, des teneurs variant entre 4 et 11 pour 100.

Il y a également assez de Th et des traces de Ce, révélées par l'analyse chimique.

Enfin j'ai constaté la présence de Sn, As, Pb et Ga, ainsi que Au, révélé par ses deux raies ultimes 2428 et 2676,02 et par ses raies 3029,29 et 3122,92.

La pauvreté relative en U^3O^8 contraste avec la richesse en yttria. Cette richesse est du reste confirmée par la présence, dans le même gisement, de cristaux de xénotime.

Les mesures de radioactivité effectuées sur l'euxénite ont donné des valeurs variant entre 0,35 et 0,51.

Associés à l'euxénite se trouvent de beaux cristaux de xénotime, quelques-uns atteignant plusieurs centimètres, de couleur gris clair avec des clivages bruns. Ces cristaux ont les faces $b^{\frac{1}{2}}$ (111) très développées. A côté du P, le spectrographe indique la présence du groupe Y, Yb, Er, associés également à Pb.

Il semble que le groupe des bases des métaux Y, Yb, Er, Pb, ayant saturé Ti et Nb pour former l'euxénite, se soit combiné à P, en caractérisant ainsi la xénotime.

On trouve également dans la pegmatite une pyrite où j'ai constaté des traces de cuivre et de cobalt.

---

(1) Les raies d'égal coefficient du Ti sont plus accentuées que celles du Nb. Ainsi les raies d'indice 2 (d'Exner-Haschek) du Ti sont présentes, tandis que celles du Nb manquent.

Étant donné, d'une part, que l'euxénite est considérée par Rammelsberg comme une série de mélanges isomorphes, d'autre part que l'édifice cristallin correspond bien aux paramètres attribués par Groth à l'euxénite, j'ai considéré comme une euxénite le minéral de Pomba.

L'examen spectrographique de lamelles micacées trouvées dans la pegmatite révèle des traces de Ba. Je veux voir en la présence de Ba un argument en faveur des relations entre la pegmatite à euxénite et la syénite, car les feldspaths du gneiss où se trouve la pegmatite n'en contiennent pas.

Presque toutes mes analyses spectrographiques ont donné, aussi bien pour les silicates que pour les autres minéraux, les lignes 2874,3 et 2943,7 du gallium, avec plus ou moins d'intensité. Les analyses quantitatives ne mentionnent jamais la présence de ce métal, qui ne doit exister qu'à l'état de traces. Il est toutefois intéressant de noter sa grande diffusion.

J'ai cherché également l'évolution chimique, opérée pendant l'altération de l'euxénite, en fixant sur un même cliché les spectrogrammes de l'euxénite fraîche et de la croûte qui l'entourait. J'ai opéré dans des conditions parfaitement identiques, de façon à pouvoir considérer l'affaiblissement des raies comme un signe de l'appauvrissement de l'élément correspondant. A part Al et Ga (qui existent à l'état de traces dans l'euxénite fraîche) dont les raies se sont accentuées, toutes les autres raies ont été affaiblies ou sont disparues, notamment celles de Yb, U et Th. Le Nb a été éliminé dans un rapport plus sensible que le Ti.

On peut donc dire que, dans ses grandes lignes, l'altération de l'euxénite se fait avec un enrichissement relatif en Al^2O^3 et un appauvrissement dans les autres éléments.

CHIRURGIE. — *Sur un mode nouveau d'autoplastie des tendons fléchisseurs des doigts.* Note de M. **Ed. Delorme**, présentée par M. A. Laveran.

Cette méthode s'adresse aux cas de blessures très graves de la paume de la main par projectiles, avec pertes de substance considérables d'un ou de plusieurs tendons fléchisseurs, cas extrêmes, dans lesquels les méthodes autoplastiques usuelles sont jugées insuffisantes et l'amputation est regardée comme la dernière des ressources du traitement.

Elle consiste à emprunter aux tendons fléchisseurs de l'avant-bras une languette tendineuse continue, d'étendue supérieure à la perte de substance et, après l'avoir libérée en haut et avoir maintenu avec soin, en bas, sa continuité avec le tendon qui l'a fournie, à la glisser sous le ligament annulaire du carpe et à la souder par son extrémité libre au bout inférieur du tendon fléchisseur.

Chez le blessé que j'opérai le 5 mai 1915 avec l'assistance de M. le

Dr Sikora, en présence de nombreux confrères, les tendons du médius et de l'annulaire avaient disparu dans toute leur étendue palmaire. J'empruntai aux tendons fléchisseurs de l'avant-bras deux greffons : l'un purement tendineux; l'autre doublé, sous sa couche profonde, d'une très faible couche musculaire, pensant assurer à la languette en partie cruentée plus de chances de vitalité. L'observation du blessé a montré que l'une et l'autre greffe avait repris également vite et bien.

Sur un autre blessé, opéré le 2 août 1915 avec l'assistance de M. le Dr Guimbellot, les tendons fléchisseurs du médius s'étaient, à la suite d'un phlegmon de la main, sphacélés dans toute leur étendue palmaire et digitale. J'implantai un greffon tendineux antibrachial à la base du médius.

Cette opération comporte : 1° une incision palmaire qui, suivant les cas, sera l'incision moyenne ou les incisions interne et externe des ligatures des artères de la paume; 2° la constatation, *de visu*, de l'étendue extrême des dégâts et de l'insuffisance des autres ressources autoplastiques; 3° la recherche du bout inférieur fixé presque toujours à l'articulation métacarpo-phalangienne; 4° une incision antibrachiale de $0^m,10$ environ, prolongée à partir du pisiforme et longeant, en dehors, le tendon du cubital antérieur; 5° la découverte sommaire, l'artère et le nerf cubital étant dégagés, des deux groupes des tendons fléchisseurs, dans toute l'étendue de la plaie; on choisira indifféremment des tendons superficiels ou profonds comme porte-greffes, mais on devra prendre les languettes sur les tendons auxquels les mouvements des doigts sains ne communiquent aucun mouvement; 6° la formation, avec le doigt ou une longue pince courbe, sous le ligament annulaire, d'un passage pour les languettes tendineuses qui, saisies à leur extrémité libre par la pince, sont attirées dans la paume et fixées, à la soie, au bout inférieur.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des ferments du rhum.* Note (1) de M. E. **Kayser**, présentée par M. Müntz.

Nous avons montré (2) que la composition des rhums dépend essentiellement des ferments qui ont décomposé la mélasse de canne; trois types de ferments jouent surtout un rôle : levures basses (type I), schizosaccharomyces (type II) et levures à voile (type III).

(1) Séance du 9 août 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 408.

Les acides volatils qui concourent à la production des éthers et parfums du rhum varient en nature et en proportion non seulement avec le milieu de culture, mais surtout avec la race de levure; ils sont influencés par tous les facteurs qui agissent sur ces dernières : abondance ou faible quantité d'air, composition et réaction du milieu, température, etc.

M. Fernbach a montré (¹) que l'acidité totale est d'autant plus forte que le liquide est primitivement moins acide; les résultats obtenus avec les levures de rhum confirment ce fait pour les acides volatils.

Ensemençons, dans l'infusion de touraillons sucrée à 12 pour 100, répartie en vases coniques sur 15^{mm} d'épaisseur ou en gros tubes sur 150^{mm} d'épaisseur, une levure de chacun des trois types :

Quantités par litre.

	En surface.			En profondeur.		
Levure.	Acide fixe en acide sulfur.	Ac. vol. en $C^2H^4O^2$.	Poids de levure.	Acide fixe en acide sulfur.	Ac. vol. en $C^2H^4O^2$.	Poids de levure.
	g	g	g	g	g	g
Type I......	1,537	0,288	3,290	2,245	0,142	1,900
» II.....	1,717	0,238	3,160	1,652	0,245	3,130
» III....	1,138	0,163	11,000	1,838	0,286	5,250

La levure du type II se comporte sensiblement de la même manière dans les deux cas; il n'en est pas de même pour les deux autres.

Les acides volatils obtenus sont : l'acide acétique, produit constant de la fermentation alcoolique, facile à caractériser; l'acide butyrique et l'acide formique.

Pour les caractériser nous avons d'abord appliqué la méthode des distillations fractionnées de Duclaux.

Lorsqu'on soumet à une nouvelle distillation les produits d'une première distillation I, en distillant à part les 50 premiers centimètres cubes (a) et les 50 derniers (b), on arrive à une séparation très nette, l'acide butyrique passant surtout dans la portion a, qui peut servir à la formation de butyrate d'éthyle, à la production d'acide butyrique, odeurs faciles à reconnaître.

L'acide formique a été caractérisé par la réduction du nitrate d'argent, la formation de paillettes nacrées en présence d'acétate mercurique (réac-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 77.

tion Leys), la production de formiate d'éthyle, souvent même la méthode Duclaux révélait nettement sa présence à la première distillation.

Le mélange des acides volatils à l'état de sels, traité par l'acide sulfurique et l'alcool éthylique, donnait l'odeur caractéristique du rhum, mais *variable* avec la levure employée, les levures du type I fournissant une odeur plus suave, celles des deux autres types rappelaient un peu l'odeur de l'arack.

Ensemençons l'infusion de touraillons sucrée à 10 pour 100 neutre ou additionnée de 0,5 pour 100 et de 1,5 pour 100 d'acide tartrique, la dose d'acide formique augmente progressivement en passant du milieu neutre aux milieux acides; les levures des types II et III donnent les quantités maxima; la proportion d'acide butyrique est par contre plus élevée dans les milieux neutres; les poids de levure sont bien moindres dans les milieux acides.

Quantités par litre.

	Type I.	Type II.	Type III.
Milieu neutre	$2^{g},857$	$2^{g},148$	$5^{g},897$
Milieu additionné de 1,5 pour 100 d'acide tart.	$1^{g},106$	$1^{g},485$	$2^{g},424$

Les proportions d'acide butyrique et acétique varient avec la variété d'un même type et avec la nature du milieu (touraillons, mélasse premier, troisième jet, etc.); nous avons trouvé les rapports suivants:

$$\text{Type I:}\quad \frac{1\,\text{AB}}{12{,}5\,\text{AA}},\quad \frac{1\,\text{AB}}{8{,}75\,\text{AA}},\quad \frac{1\,\text{AB}}{7{,}00\,\text{AA}}$$

$$\text{Type II:}\quad \frac{1\,\text{AB}}{10\,\text{AA}},\quad \frac{1\,\text{AB}}{5\,\text{AA}},\quad \frac{1\,\text{AB}}{2{,}75\,\text{AA}}$$

$$\text{Type III:}\quad \frac{1\,\text{AB}}{8{,}75\,\text{AA}},\quad \frac{1\,\text{AB}}{7{,}5\,\text{AA}}\quad \text{et}\quad \frac{3\,\text{A form.}}{10\,\text{AA}}.$$

Lorsqu'on ensemence un moût mélassé tel (témoin) ou additionné d'une même quantité d'azote sous la forme de peptone, sulfate d'ammoniaque ou asparagine, on obtient pour les levures des types I et II: avec l'azote minéral, de l'acide acétique presque pur; avec l'azote amidé, une augmentation sensible d'acide formique, tandis que la peptone ne diminue que faiblement la teneur en acide butyrique.

L'aliment azoté a augmenté partout l'acidité volatile totale pour la levure du type I, par contre elle a diminué encore l'azote minéral et l'asparagine pour la levure du type II.

Les deux types de levure donnent proportionnellement plus d'acide butyrique à 25° qu'à 35°.

Les essais montrent que l'emploi du microscope peut rendre de grands services au fabricant de rhum; il lui permet de constater la contamination et de diriger la fermentation, eu égard à la levure dominante, dans un sens déterminé pour obtenir des produits de composition constante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la soude sur les propriétés synthétisante et hydrolysante de la glucosidase α (glucosidase de la levure basse, desséchée à l'air).* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **A. Aubry**, transmise par M. Jungfleisch.

On peut dire de l'influence des alcalis sur l'activité des enzymes ce que nous avons dit de l'influence des acides ([1]) : qu'elle n'a été étudiée jusqu'ici qu'en ce qui concerne les propriétés hydrolysantes de ces agents. Il reste donc aussi à l'étudier relativement à leurs propriétés synthétisantes.

Dans nos recherches sur cette question, nous avons soumis des solutions de *d*-glucose dans de l'alcool méthylique convenablement dilué à l'action synthétisante de la glucosidase α, les mélanges étant additionnés de proportions variées de soude.

En somme, nous avons opéré comme dans notre étude de l'influence de l'acide acétique, l'acide étant remplacé par l'alcali. Mais le problème est ici plus complexe. On sait en effet que C.-A. Lobry de Bruyn ([2]), puis le même auteur en collaboration avec W. Alberda van Ekenstein ([3]) ont établi qu'un alcali, ajouté même en faible quantité et à froid à une solution de *d*-glucose, transforme une partie de ce sucre en mannose, lévulose et glucose, en même temps qu'il se produit divers acides organiques. Il était donc possible que cette transformation intervînt dans nos essais pour masquer la glucosidification déterminée par le ferment ou du moins pour la rendre plus difficile à apprécier.

Nous avons été ainsi amenés à instituer une série spéciale d'essais dans lesquels les solutions méthyliques de *d*-glucose étaient additionnées seulement de soude. On verra que la comparaison des résultats des deux séries d'essais a permis d'en tirer des conclusions assez précises.

([1]) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 742.

([2]) *Action des alcalis dilués sur les hydrates de carbone* : I (expériences provisoires) (*Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. 14, 1895, p. 156).

([3]) *Action des alcalis sur les sucres* : II (même Recueil, t. 14, 1895, p. 203; t. 16, 1897, p. 274).

I. *Synthèse biochimique du méthyl-d-glucoside α en présence de proportions croissantes de soude.* — Chaque mélange destiné à l'essai était composé comme il suit :

d-glucose anhydre sous forme de solution aqueuse à 10^g p. 100$^{cm^3}$.....	1^g (10$^{cm^3}$)
Eau distillée..	50$^{cm^3}$
Alcool méthylique..	14^g
Soude (NaOH) sous forme de solution titrée.........................	0^g à 0^g,10
Macéré aqueux de levure basse séchée à 10^g p. 100$^{cm^3}$ (1)...............	10$^{cm^3}$
Eau distillée, quantité suffisante pour..................................	100$^{cm^3}$

Neuf mélanges ont été préparés, pour lesquels la proportion de soude ajoutée était de 0^g; 0^g,001; 0^g,005; 0^g,010; 0^g,015; 0^g,020; 0^g,030; 0^g,050; 0^g,100.

Un dixième mélange (n° 2), ne différait du n° 1 (soude = 0) qu'en ce qu'on l'avait additionné de 0^g,20 de carbonate de calcium.

Tous ces mélanges ont été abandonnés à la température du laboratoire (16° à 22°) jusqu'à ce que la rotation fût devenue fixe. En dernier lieu le glucose restant a été dosé dans chaque essai. Rotation initiale ($l = 2$) : + 1°2′ :

	NaOH ajoutée dans chaque mélange.	Rotations ($l = 2$) observées après 3 jours.	6 jours.	13 jours.	25 jours.	32 jours.	Glucose combiné après 32 jours.
1.......	0^g	+1°16′	+1°30′	+1°50′	+2°4′	+2°6′	0^g,485
2.......	CO^3Ca	+1.16	+1.28	+1.50	+2. 4	+2. 6	0,485
3.......	0,001	+1.18	+1.28	+1.50	+2. 4	+2. 6	0,485
4.......	0,005	+1.18	+1.28	+1.48	+2. 4	+2. 4	0,465
5.......	0,010 (2)	+1.18	+1.28	+1.44	+1.57	+1.57	0,443
6.......	0,015 (3)	+1.10	+1.18	+1.30	+1.46	+1.46	0,369
7.......	0,020 (4)	+1. 2	+1			+1	0
							Glucose oxydé?
8.......	0,030 (5)	+1	+ 56			+ 56	0,023
9.......	0,050	+ 51	+ 44		+ 28	+ 26	0,072
10.......	0,100	+ 20	+ 2		— 8	— 8	0,179

De ces résultats il ressort que la réaction synthétisante n'est pas sensi-

(1) Ce macéré était légèrement acide; son acidité, dosée à la phénolphtaléine, correspondait à 0^g,015 de NaOH pour 10$^{cm^3}$.

(2) Liquide encore acide à la phtaléine.

(3) Liquide sensiblement neutre à la phtaléine.

(4) Liquide très légèrement alcalin à la phtaléine.

(5) Liquide nettement alcalin à la phtaléine.

blement influencée tant que le mélange reste acide. Mais dès que la neutralité est atteinte (n° 6), la réaction ne va plus jusqu'à l'équilibre normal ($0^g,485$ de glucose combiné environ), et aussitôt que l'alcalinité devient manifeste (n° 7; alcalinité $= 0^g,005$), il n'y a plus de réaction synthétisante, alors qu'il n'y a pas encore de réaction isomérisante due à l'alcali. Les deux phénomènes sont ainsi parfaitement distincts, et les changements optiques observés dans les essais 8, 9 et 10 sont donc uniquement dus aux actions isomérisante et oxydante de l'alcali.

II. *Action isomérisante de proportions croissantes de soude sur le d-glucose.* — Pour mieux faire ressortir ce dernier point, d'autres essais ont été faits, qui viennent s'intercaler dans les quatre derniers de la série précédente, et pour lesquels les solutions méthyliques de glucose étaient additionnées simplement d'alcali (sans ferment). Les détails en seront donnés dans un autre recueil, mais le Tableau suivant permet de se rendre compte des résultats :

	Alcali libre.	Rotations finales ($l = 2$).	Glucose oxydé?
			g
7......	0,005	+ 1°	0
8......	0,015	+ 56′	0,023
	0,020	+ 38′	0,038
9......	0,035	+ 26′	0,072
	0,080	— 6′	0,178
10......	0,085	— 8′	0,179
	0,100	± 0	0,227

III. *Hydrolyse biochimique du méthyl-d-glucoside α en présence de proportions croissantes de soude.* — Enfin une troisième série d'essais a été instituée, dans des conditions expérimentales identiques aux précédentes, avec le méthyl-*d*-glucoside α, pour étudier l'influence de quantités croissantes de soude sur l'activité hydrolysante de la glucosidase α. Comme on pouvait s'y attendre, les mêmes proportions de soude qui avaient déterminé la suppression du processus synthétique ont déterminé celle du processus hydrolytique, ce qui montre encore une fois que les deux propriétés sont celles d'un seul ferment.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juillet 1915.

Cours de Mécanique, professé à l'École Polytechnique par M. Léon Lecornu, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1915; t. II, 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Records of the Survey of India. Vol. IV : *Explorations on the North-East Frontier during* 1911-1912-1913, and Vol. V : *Reports of the Survey parties for* 1912-1913. Calcutta, Superintendent Government printing India, 1914; 2 vol. in-4°.

Nouvelles Tables trigonométriques fondamentales (*valeurs naturelles*), par M. H. Andóyer. Paris, A. Hermann et fils, 1915; t. I, 1 vol. in-4°. (Présenté par M. G. Darboux.)

Observations des orages de 1914 *dans les départements de la Gironde et partie de la Dordogne. Expériences de paragrêles électriques*, Rapport de M. F. Courty. Bordeaux, Gounouilhou, 1915; 1 fasc. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. *Recueil des actes officiels et documents intéressant l'hygiène publique*, année 1912. Melun, Imprimerie administrative, 1915; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Caisse des Recherches scientifiques. *Rapport pour l'année* 1913, par M. Abel Flourens. Melun, Imprimerie administrative, 1914; 1 vol. in-8°.

Ministère de la Marine. *Annuaire de la Marine pour* 1915. Paris, Imprimerie nationale, 1915; 1 vol. in-8°.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. *Bulletin pluviométrique*, par G. Le Cadet, Directeur de l'Observatoire central de l'Indo-Chine, année 1914. Phu-Lien, Observatoire central, 1915; 1 fasc. in-folio.

Les prix Nobel en 1913. Stockholm, Imprimerie royale Norstedt et Söner, 1914; 1 vol. in-8°.

Jac. Berzelius. Lettres, publiées, au nom de l'Académie royale des Sciences de Suède, par H.-G. Söderbaum; Tome III : *Correspondance entre Berzelius et Alexandre Marcet* (1812-1822); Tome IV : *Correspondance entre Berzelius et P.-L. Dulong* (1819-1837). Uppsala, Almquist et Wiksells Boktryckeri-A.-B., 1915; 2 vol. in-8°.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. *Mémoires*, 11e série, t. II. Toulouse, Douladoure-Privat, 1914; 1 vol. in-8°.

Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes.* Tome IV : zone $+6°$ à $+8°$; 2e fascicule : de $6^h 32^m$ à 24^h. Paris, Gauthier-Villars, 1913; 1 fasc. grand in-4°.

United States department of Agriculture. *Yearbook*, 1914. Washington, Government printing Office, 1915; 1 vol. in-8°.

The american Ephemeris and nautical Almanac, for the year 1917. Washington, Government printing Office, 1915; 1 vol. in-8°.

The Smithsonian Institution. *Annual report of the Board of Regents*, for the year ending june 30, 1913. Washington, Government printing Office, 1914; 1 vol. in-8°.

Epidemiologia i Profilaktyka Cholery, par STANISLAW SERKOWSKI. Warszawa, Drukarnia Artystyczna K. Kopytowski, 1915; 1 vol. in-8°.

Meteor Crater in Northern Central Arizona, by D.-M. BARRINGER. Extrait des *Mémoires de la National Academy of Sciences*, November 16th, 1909; 1 fasc. in-4°.

Princeton University Observatory. *A Study of the orbits of eclipsing binaries*, by HARLOW SHAPLEY. Princeton, Observatory, 1915; 1 fasc. in-4°.

University of California. Lick Observatory. *Milky Way and Comets*. Sacramento, Friend Wm. Richardson, 1913; 1 vol. in-4°.

United States. Department of Commerce. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 1912; HUGH M. SMITH, Commissioner. Washington, Government printing Office, 1914; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la réduction des formes d'Hermite dans un corps quadratique imaginaire.* Note [1] de M. G. Humbert.

1. La réduction, par Hermite, des formes quadratiques positives à variables conjuguées a permis à M. Picard de former le polyèdre fondamental du groupe modulaire dans le champ complexe ordinaire; M. Bianchi est arrivé ensuite au même résultat en partant du groupe lui-même. Puis, dans deux remarquables Mémoires (*Math. Ann.*, t. 40 et 42), M. Bianchi a étudié les groupes de substitutions

$$z' = \frac{az+b}{cz+d}, \qquad ad - bc = \pm 1,$$

où a, b, c, d sont des entiers du corps quadratique imaginaire caractérisé par le radical $\sqrt{-D}$, et, pour un grand nombre de valeurs de D, il a pu construire le domaine fondamental, d'abord en appliquant la méthode, aujourd'hui classique, de l'extension du groupe par une symétrie, puis en faisant intervenir une extension plus ingénieuse et plus profonde.

Ces dernières méthodes, toutefois, ne sont pas absolument générales et ne semblent pas pouvoir aboutir dans tous les cas, par exemple si D est un nombre premier assez grand; de plus, elles n'apprennent rien *a priori* sur les sommets singuliers du polyèdre fondamental, c'est-à-dire sur ceux qui sont situés dans le plan analytique $\zeta = 0$; enfin, elles ne donnent

---

[1] Séance du 17 août 1915.

aucune propriété des formes réduites, qu'on définit seulement *a posteriori* à l'aide du polyèdre.

On peut, croyons-nous, combler ces lacunes en restant dans l'ordre d'idées inauguré par Hermite, et en prenant pour point de départ la réduction des formes.

Pour abréger, on supposera $D \equiv 1$ ou 2, mod 4; le cas de $D \equiv 3$ se traiterait de même; celui de $D \equiv 0$ est exclu, car D ne doit pas avoir de diviseur carré.

2. Soit donc $Axx_0 - bxy_0 - b_0x_0y + Cyy_0$, ou (A, b, C), une forme satisfaisant aux conditions suivantes :

1° A et C sont des entiers ordinaires positifs;

2° b et b_0 sont des entiers d'un corps quadratique imaginaire $\mathfrak{S}$, et b_0 est le conjugué de b;

3° Le discriminant, $AC - bb_0$, de la forme est positif;

4° On donne à x et y des valeurs quelconques, *entières dans* $\mathfrak{S}$, et à x_0, y_0 les valeurs respectivement conjuguées.

Dans ces conditions, la forme ne représente que des entiers positifs réels.

Nous dirons qu'elle représente *proprement* un entier lorsque les valeurs correspondantes de x et y sont premières entre elles, c'est-à-dire lorsque les idéaux principaux (x) et (y) sont premiers entre eux.

Enfin, deux formes sont dites *proprement équivalentes* lorsqu'on passe de l'une à l'autre par une substitution à coefficients entiers de $\mathfrak{S}$, et de déterminant $+1$, effectuée sur x, y; les variables x_0, y_0 subissent la substitution conjuguée.

Cela posé, il est clair qu'on peut, comme dans la théorie d'Hermite, trouver une forme, proprement équivalente à la proposée et dont le premier coefficient, A, soit le *minimum propre* de celle-ci, c'est-à-dire le plus petit entier ordinaire, non nul, représentable *proprement* par elle : cela tient à ce que si deux entiers, ξ et η, de $\mathfrak{S}$ sont premiers entre eux, on peut en trouver deux autres, α et β, tels que

$$\alpha\xi - \beta\eta = +1.$$

On peut ensuite, en opérant sur la nouvelle forme la substitution x, y; $x + \lambda y, y$, la ramener au type (A, b, C), où, si l'on pose

$$b = B_1 - iB_2\sqrt{D},$$

on aura

(1) $$-\frac{1}{2} \leqq \frac{B_1}{A}, \frac{B_2}{A} < \frac{1}{2}.$$

A ces inégalités on pourrait joindre $C \geqq A$, puisque C est représentable proprement par la forme, dont A est le minimum propre; mais leur ensemble ne suffit pas ici à exprimer que ce minimum est effectivement A. Il faut, pour cela, écrire que l'inégalité

(2) $$A\lambda\lambda_0 - b\lambda\mu_0 - b_0\lambda_0\mu + C\mu\mu_0 \geqq A$$

a lieu pour *toutes* les valeurs de λ, μ, entiers de $\mathfrak{S}$ et premiers entre eux.

Si les inégalités (1) et (2) sont vérifiées dans ces conditions par les coefficients d'une forme, on dira que celle-ci est *réduite*.

3. Il s'agit maintenant d'étudier les inégalités (2) et de voir si elles se ramènent à un nombre limité d'entre elles.

A cet effet, introduisons le point ξ, η, ζ, *représentatif* de la forme (A, b, C), situé au-dessus du plan $\zeta = 0$, et défini par

(3) $$\xi + \eta i = \frac{b_0}{A}, \qquad \xi - \eta i = \frac{b}{A}, \qquad \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = \frac{C}{A};$$

l'inégalité (2) s'écrit

(4) $$\mu\mu_0(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2) - \xi(\lambda\mu_0 + \mu\lambda_0) - i\eta(\mu\lambda_0 - \lambda\mu_0) + \lambda\lambda_0 - 1 \geqq 0.$$

Elle exprime que le point ξ, η, ζ est à l'extérieur ou sur la surface d'une sphère, que nous désignerons par (λ, μ), dont le centre est, *dans le plan* $\zeta = 0$, le point analytique $z = \frac{\lambda}{\mu}$, et dont le rayon est l'inverse du module de μ. De plus, λ et μ sont des entiers de $\mathfrak{S}$, premiers entre eux.

Le point représentatif d'une *réduite* sera donc dans un domaine limité comme il suit : 1° en vertu de (1), par les quatre plans $\xi = \pm\frac{1}{2}$ et $\eta = \pm\frac{1}{2}\sqrt{D}$; 2° par les sphères (λ, μ). Le prisme formé par les quatre plans, ouvert en haut, du côté des ζ positifs, sera fermé vers le bas par les sphères, ou du moins par certaines d'entre elles. On simplifiera la recherche en observant que si (λ, μ) est une des sphères de fermeture, il en est de même des sphères $(\pm\lambda, \pm\mu)$, en sorte qu'il suffit de considérer le quart du prisme contenu dans le trièdre positif des axes, et de chercher à le fermer : en lui adjoignant ensuite ses symétriques par rapport aux plans $\xi = 0$, $\eta = 0$ et à l'axe $\xi = \eta = 0$, on aura le domaine total cherché.

La possibilité de fermer le prisme par des sphères (λ, μ) résulte du théorème suivant :

4. Théorème. — *Tout point z du plan des ξ, η, dont l'affixe est un nombre rationnel du corps $\mathfrak{S}$, est soit à l'intérieur, soit sur la surface, d'une sphère (λ, μ), de rayon fini.*

Si l'on pose $z = \xi + i\eta$, cela revient à dire, en faisant $\zeta = 0$ dans (4), qu'on peut trouver λ et μ, entiers du corps premiers entre eux, tels qu'on ait

$$[\mu(\xi + i\eta) - \lambda][\mu_0(\xi - i\eta) - \lambda_0] \leqq 1,$$

c'est-à-dire, en désignant la norme par la lettre $\mathfrak{N}$,

$$\text{(5)} \qquad \mathfrak{N}(\mu z - \lambda) \leqq 1 \text{ [1]} \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{N}(\mu r - \lambda s) \leqq \mathfrak{N} s,$$

étant posé $z = \frac{r}{s}$, où r et s sont des entiers de $\mathfrak{S}$.

Si r et s sont premiers entre eux, il suffira de prendre $\lambda = r$, $\mu = s$ pour que l'inégalité (5) ait lieu, son premier membre étant alors nul : la sphère (λ, μ) a pour centre le point $\frac{r}{s}$ lui-même et, pour rayon, $1 : \operatorname{mod} s$. C'est ce qui arrive, en particulier, lorsque z est entier; le rayon est alors 1.

Si r et s ne sont pas premiers entre eux, on posera

$$\text{(6)} \qquad (r) = \mathrm{IJ}_1, \qquad (s) = \mathrm{IJ},$$

I étant l'idéal (r, s), plus grand commun diviseur de (r) et (s), et J_1, J étant des idéaux premiers entre eux.

D'autre part, si I′ est un idéal quelconque de la même classe que I, on pourra écrire

$$\mathrm{I'J}_1 = (r'), \qquad \mathrm{I'J} = (s'),$$

d'où l'on conclura $\frac{r'}{s'} = \frac{r}{s}$, au signe près, puisqu'il n'y a pas, dans $\mathfrak{S}$, d'autres unités que ± 1. Dès lors, le point $\frac{r'}{s'}$ est le même que $\frac{r}{s}$ et peut être substitué à lui pour la démonstration du théorème; sous une autre forme, on peut supposer que, dans (6), I est un idéal *particulier*, choisi à volonté

[1] La solution $\mu = 0$, $\lambda = 1$ est inacceptable, parce que, le premier membre de (4) s'annulant identiquement pour ces valeurs, la sphère $(1, 0)$ n'existe pas.

dans une classe donnée, à savoir, d'après (6) même, la classe réciproque de celle qui contient J et J_1.

Voici comment nous choisirons I. On sait qu'à l'idéal (normal) de base normale $(q, g+i\sqrt{D})$ répond la forme quadratique positive, *de discriminant* D, et *proprement primitive*

$$qx^2+2gxy+\frac{1}{q}(g^2+D)y^2,$$

et inversement; aux idéaux normaux d'une classe répondent ainsi les formes d'une classe. Nous prendrons alors pour I l'idéal qui correspond à la *réduite* de Gauss de la classe de formes; si $qx^2+2gxy+hy^2$, ou (q, g, h), est cette réduite, nous poserons donc

$$(7) \qquad I=(q, g+i\sqrt{D}); \qquad q>0; \qquad -q\leqq 2g<q; \qquad g^2+D\equiv 0 \bmod q.$$

D'autre part, un entier quelconque de I étant donné par la formule

$$qx+(g+i\sqrt{D})y,$$

où x et y sont des entiers ordinaires, sa norme est

$$q\left[qx^2+2gxy+\frac{1}{q}(g^2+D)y^2\right]$$

et a dès lors pour minimum q^2, par une propriété classique des réduites de Gauss.

Distinguons maintenant deux cas, en observant que s est, par (6), un entier de I.

1° $\mathfrak{N}s>q^2$. On satisfera à l'*inégalité* (5) en choisissant λ et μ de telle sorte que $\mu r-\lambda s=q$, ce qui est possible, puisque $\mu r-\lambda s$, quand on fait varier λ et μ, parcourt tous les entiers de l'idéal plus grand commun diviseur de r et s, donc de I, et que q appartient à celui-ci. Mais il faut en outre que λ et μ ainsi déterminés soient premiers entre eux.

Or, l'idéal I ayant comme base soit (r, s), soit $(q, g+i\sqrt{D})$, on sait, par un théorème connu, que les deux bases sont liées par des relations linéaires et homogènes de déterminant 1, c'est-à-dire qu'il existe, dans $\mathfrak{S}$, des entiers α, β, γ, δ, tels que

$$(8) \qquad q=\alpha r+\beta s, \qquad g+i\sqrt{D}=\gamma r+\delta s, \qquad \alpha\delta-\beta\gamma=1.$$

La première de ces relations donne, pour λ et μ, la solution

$$\mu=\alpha, \qquad \lambda=-\beta,$$

et, par $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$, on voit que α et β, donc λ et μ, sont premiers entre eux.

2° $\mathfrak{N}s = q^2$. En exprimant s comme entier de I, on aura

$$s = qx + (g + i\sqrt{D})y,$$

d'où

$$\mathfrak{N}s = q^2 = q\left[qx^2 + 2gxy + \frac{1}{q}(g^2 + D)y^2\right].$$

Mais la forme *réduite, proprement primitive*, entre crochets ne représente q, son minimum, que pour $x = \pm 1$, $y = 0$, et, *peut-être*, pour $x = 0$, $y = \pm 1$, ceci seulement dans le cas particulier où $g^2 + D = q^2$. Dans le cas général, on aura donc

$$s = \pm q \quad \text{ou} \quad s = q,$$

puisqu'on peut, sans changer le point $\frac{r}{s}$, changer à la fois les signes de r et de s. Quant à r, c'est, par (6), un entier de I, donc on a

$$(9) \qquad s = q, \qquad r = qa + (g + i\sqrt{D})b,$$

a et b étant des entiers ordinaires. De plus, on doit exprimer que le plus grand commun diviseur, (r, s), de (r) et de (s) est l'idéal I, défini par (7); cela revient évidemment à exprimer que $g + i\sqrt{D}$ est de (r, s) ou, comme on le voit aisément, que les entiers ordinaires *b et q sont premiers entre eux*.

Dans le cas particulier où $g^2 + D = q^2$, on a encore la solution

$$s = g + i\sqrt{D}; \qquad r = qa + (g + i\sqrt{D})b,$$

avec a et q premiers entre eux; d'où

$$\frac{r}{s} = \frac{qa + (g + i\sqrt{D})b}{g + i\sqrt{D}} = \frac{bq + a(g - i\sqrt{D})}{q}.$$

Ces valeurs de $\frac{r}{s}$ sont comprises dans celles que donneraient les formules (9), si l'on y introduisait, au lieu de la réduite (q, g, h), la réduite opposée $(q, -g, h)$, ici d'ailleurs équivalente à la première.

Nous pouvons donc nous borner aux points $\frac{r}{s}$, définis par (9). Pour ceux-là, on ne peut satisfaire à (5) qu'en y prenant le signe $=$, puisque $\mathfrak{N}s = q^2$, et que q^2 est le minimum de $\mathfrak{N}(\mu r - \lambda s)$, norme d'un entier de I.

Mais on peut effectivement y satisfaire, par des entiers, λ et μ, premiers entre eux.

Par exemple, en vertu des formules (8), qui sont toujours vraies, les valeurs $\mu = \alpha$, $\lambda = -\beta$ donnent $\mu r - \lambda s = q$, ce qui vérifie bien (5), avec le signe $=$. Mais il y a une infinité d'autres solutions.

5. *Conclusions.* — 1° On pourra fermer vers le bas, par des sphères (λ, μ), le domaine de réduction. Dans chaque cas particulier on devra faire une étude spéciale pour les déterminer.

2° Il y aura, dans le plan $\zeta = 0$, des points qui seront *sur* des sphères (λ, μ), mais ne seront *à l'intérieur* d'aucune. Ce seront donc des sommets, dits *sommets singuliers*, du domaine de réduction.

On les obtiendra en cherchant ceux des points $\frac{r}{s}$, donnés par (9), qui sont à l'intérieur ou sur les côtés du rectangle limité par les droites $\xi = \pm\frac{1}{2}$; $\mu = \pm\frac{1}{2}\sqrt{D}$. Bornons-nous ici au quart, R, de ce rectangle, situé dans l'angle positif des axes; on complétera ensuite par symétries (n° 3).

D'après (9), il y a autant de *familles* de sommets singuliers qu'il y a de réduites de Gauss, positives et proprement primitives, de discriminant D; toutefois, la classe principale ne donne aucun sommet singulier, car, pour sa réduite, $q = 1$, d'où $s = 1$, et $\frac{r}{s}$ est entier [1]. Or nous avons vu que les points *entiers* sont centres de sphères (λ, μ) de rayon 1.

Soit alors une réduite de Gauss, de discriminant D, dont les deux premiers coefficients sont q et g $(q > 1)$: pour que le point (9), $\frac{r}{s}$, soit dans R, il faut, puisque b doit être premier à q, que $0 < b \leqq \frac{q}{2}$, le signe $=$ convenant seulement si $q = 2$. On aura donc, pour b, un nombre de valeurs admissibles égal à $\frac{1}{2}\varphi(q)$, c'est-à-dire moitié du nombre des entiers positifs premiers à q et inférieurs à lui, avec la convention $\varphi(2) = 2$. On voit ensuite, b étant donné, qu'on ne peut pas toujours déterminer a pour que le point $\frac{r}{s}$ soit dans R : d'une manière précise, deux réduites opposées, non équivalentes, donnent à elles deux *une solution et une seule;* une classe ambiguë en donne toujours *une*.

Si donc on ne considère pas comme distinctes deux classes opposées, et

---

(1) En ce cas, l'idéal (r, s) est (1), et r, s sont premiers entre eux, contrairement à l'hypothèse qui a conduit aux formules (9).

si $q_1, q_2, \ldots$ sont les minima des classes proprement primitives, de discriminant D, la classe principale étant laissée de côté, le nombre des sommets singuliers situés à l'intérieur ou sur les côtés du rectangle R sera

$$\frac{1}{2}[\varphi(q_1) + \varphi(q_2) + \ldots],$$

où $\varphi(q)$ est le nombre des entiers premiers à q et plus petits que lui, en supposant toutefois $\varphi(2) = 2$.

Par exemple, pour $D = 21$, en dehors de la réduite principale, les réduites sont (3, 0, 7); (2, 1, 11); (5, 2, 5), toutes ambiguës; or

$$\frac{1}{2}[\varphi(3) + \varphi(2) + \varphi(5)] = \frac{1}{2}[2 + 2 + 4] = 4;$$

de sorte qu'il y aura, dans R, *quatre* sommets singuliers. Pour $D = 14$, il y en aura *deux*, etc.

Nous aurons à revenir sur ce point et sur les propriétés des formes réduites.

BOTANIQUE. — *Sur trois types de Vanilles commerciales de Tahiti.* Note (¹) de MM. **Costantin** et **Bois**.

Le problème de la culture de la Vanille a une importance spéciale pour nos colonies puisqu'elles produisent plus des $\frac{3}{5}$ de la récolte mondiale de ce fruit. En 1912, les établissements français de l'Océanie ont vu leur production s'élever à 187152^{kg} sur un total de 473043^{kg} pour l'ensemble des colonies françaises. Il en résulte donc que la question de la Vanille à Tahiti mérite de retenir l'attention des chercheurs (²).

La qualité des Vanilles de notre colonie océanienne laisse à désirer, car

(¹) Séance du 17 août 1915.

(²) « Vers 1862, l'Agriculture fit des progrès assez marqués à Tahiti, 100000^{fr} furent affectés à son développement et, sur cette somme, 5000^{fr} furent consacrés à la création de vanilleries. En 1884, la superficie consacrée à la Vanille était de 81^{ha}; en 1891, elle a atteint 191^{ha} (Tahiti et Moorea réunis); on peut dire que la surface a plus que quadruplé. » (*Les Colonies françaises :* Régime de la propriété. Régime de la main-d'œuvre. L'Agriculture aux Colonies. Paris, 1900, p. 386. Ouvrage rédigé par MM. Imbart de la Tour, Dorvault, Lecomte.) Tahiti est actuellement le premier producteur de Vanille au moins *comme quantité*, sinon comme qualité (Capus et Bois, *Prod. colon.*, p. 273).

leur valeur commerciale est inférieure à celle des types de la Réunion et surtout du Mexique [1]. Cette infériorité peut tenir à diverses causes : préparation défectueuse [2], climat ou sol moins favorables [3], variétés cultivées inférieures. Cette dernière cause a surtout fixé notre attention; nous avons pu étudier des documents qui nous ont été communiqués par M. Prudhomme, directeur du Jardin colonial. Ils avaient été recueillis à Tahiti et expédiés en Europe par MM. Atger et Laurent, conformément aux instructions de M. le Ministre des Colonies, transmises à M. le Gouverneur des Établissements français de l'Océanie (29 décembre 1913, 21 février 1914).

Les échantillons qui nous ont été remis se rattachent à trois types portant les dénominations suivantes : *Mexique, Tahiti, Tiarei.* Ils se composent de parties stériles (tiges, feuilles et racines) et de fleurs et de fruits (les fleurs du Tiarei manquent) conservés dans le formol.

On sait que la Vanille cultivée à Tahiti a été introduite de Manille par l'amiral Hamelin en 1848; il est connu également qu'en 1850, la colonie en a reçu de nouveaux plants de Paris, grâce au contre-amiral Bonard [4]. Le travail de Raoul [5] publié à l'occasion de l'Exposition de 1889, nous renseigne sur quelques particularités concernant ces premières plantes introduites : « Quoiqu'elle ne soit pas originaire de Tahiti, dit-il, la Vanille réussit très bien dans les vallées... La variété médiocre, qu'on avait seule pu se procurer au début, aura été partout remplacée par des plants récemment introduits dans la colonie. Ces plants, provenant des espèces

---

(1) Cours en juillet 1914 : Vanille de Tahiti 23^fr à 24^fr le kilogramme; Vanille de Bourbon en mélange 27^fr à 30^fr, les têtes 30^fr à 35^fr; Vanille du Mexique 40^fr à 70^fr.

(2) Ce sont des Chinois qui sont chargés de cette opération et il serait facile de les initier aux méthodes usitées à la Réunion ou au Mexique, car ce sont des ouvriers habiles et très soigneux.

(3) Le climat de Tahiti se rapproche de celui de la Réunion, car ces deux îles sont presque à la même latitude (17° au lieu de 20°). Le sol est volcanique dans les deux cas.

(4) G. Cuzent, *O'Taïti*, Paris, 1860, p. 192. — Lecomte et Chalot, *Le Vanillier, sa culture, préparation et commerce de la Vanille*, 1902, p. 203. Le Dr Chassaniol appelle ces deux Vanilles introduites *V. aromatica* (celle d'Hamelin) et *V. planifolia* (celle de Bonard). Il ajoute : « Je ne connais pas à Tahiti d'autres vanilliers que ceux que je viens de mentionner ». (Séance du 17 août 1909 de la Chambre d'Agriculture de Tahiti. Voir aussi la séance du 18 mai 1914.)

(5) *Les Colonies françaises.* Exposition de 1889, Tahiti (sans nom d'auteur, mais rédigé par Raoul), p. 43.

les meilleures du Mexique et de Bourbon, ont les feuilles *plus larges*, *plus épaisses* et *plus rondes* que les Vanilles à *feuilles pointues*, *presque lancéolées* actuellement cultivées. » Il semblerait, d'après ce témoignage, qu'il y aurait eu une troisième introduction, après les deux anciennes de 1848 et de 1850. Ceci ne s'accorde pas avec l'opinion récente du Dr Chassaniol, formulée en 1909, qui ignore cette dernière arrivée d'un type nouveau (voir la note précédente n° 4).

En somme, on voit qu'il y a quelques incertitudes, quant à l'histoire des introductions; ce qui paraît cependant résulter de notre enquête, c'est que le type portant le nom de *Tahiti* est très répandu et qu'il vient des Philippines, mais certainement dans cette île l'introduction de la Vanille est due aux Espagnols [1].

Voici une description sommaire des trois types reçus par nous du Jardin colonial.

1° *Vanille Mexique.* — Tige vigoureuse, 12mm de diamètre. Feuilles ovales oblongues épaisses, arrondies à la base ainsi qu'au sommet, mais brusquement terminées par un acumen aigu; limbe de 20cm à 22cm de long sur 6cm,5 de large; acumen, 1cm de long; pétiole canaliculé dessus, 1cm de long. Fleur (voir plus loin les particularités) 6cm de long; colonne 4cm. Fruits, 22cm de long, triquètres, aplatis, sillonnés, 14mm à 15mm de large.

2° *V. Tahiti.* — Tige moins robuste, 9mm de diamètre. Feuilles étroitement oblongues lancéolées se terminant progressivement en pointe très aiguë; limbe 22cm de long sur 4cm de large. Fleur (voir plus loin les particularités) 6cm de long; colonne 3cm,6

---

(1) Quelle est l'origine de ce type des Philippines? On n'est pas fixé à cet égard. Blanco dans la Flore de ces îles (BLANCO, *Flora Filip.*, 1845, 2e édit., p. 593) mentionne une espèce de Vanille qu'il appelle *V. majaijensis* Blanco. Il déclare avoir reçu cette plante de son ami Azaloa, sous ce nom. En fait, la plante n'est connue que par la description de Blanco; il prétend que son fruit n'est *pas aromatique*, aussi serait-on tenté de croire qu'il ne s'agit pas d'un type commercial; mais Naves, dans la troisième édition de l'Ouvrage de Blanco (NAVES, BLANCO, *Id.*, 3e édit., Nov. App., p. 248), énumère cette plante comme croissant dans la province de San-Mateo, où il affirme avoir vu des fleurs et des fruits. Il ne peut être question là que de cultures; aussi la plupart des auteurs, et en particulier M. Rolfe, considèrent-ils cette plante comme identique au *Vanilla planifolia* (ROLFE, *Kew Bull.*, 1895, p. 176; *Journ. of the Linnean Society*, t. 32, 1896). Il y a deux espèces sauvages aux Philippines : *V. calopogon* Reichb. f. (espèce aphylle) et *V. philippinensis* Rolfe (fruit court : 6cm à 7cm de long sur 2cm de large). M. Rolfe déclare qu'il serait désirable que le *V. majaijensis* soit étudié à nouveau. Peut-être est-ce le *Vanilla planifolia* v. *angusta* que nous définissons plus loin (ou variété cultivée à Tahiti sous le nom de Vanille de *Tahiti*.

de long; pétiole 1^{cm} de long. Fruits plus petits 16^{cm} à 20^{cm} de long, section un peu triangulaire, lisses, 13^{mm} à 14^{mm} de large, à partie terminale rétrécie légèrement différenciée.

3° *V. Tiarei.* — Tige grêle, 7^{mm} de diamètre. Feuilles petites, étroitement oblongues lancéolées, se terminant progressivement en pointe très aiguë; limbe 13^{cm} à 17^{cm} de long sur 3^{cm},3 à 3^{cm},5 de large; pétiole 1^{cm} à 1^{cm},5 de long. Fleur (manquant). Fruits plus longs, arqués, aplatis, à section un peu triangulaire au début, sillonnés, cannelés, 23^{cm} à 25^{cm} de long sur 15^{mm} à 17^{mm} de large.

Le premier type V. Mexique est le *Vanilla planifolia* Andrews (1).

La seconde Vanille appelée *Tahiti* a évidemment des feuilles très spéciales par leur forme, et, si l'on se bornait à l'examen de l'appareil végétatif, on serait tenté de la rapprocher par ses feuilles du *V. Chamissonis* Klotzsch (2) mais plus petites. L'étude des fleurs ne laisse pas de doute que c'est encore un *V. planifolia* Andrews. Il y a cependant quelques différences florales appréciables, justifiant pour cette plante la création d'un type que nous proposons d'appeler *angusta*. Le labelle de la Vanille *Mexique* est à trois lobes à bords légèrement crénelés, le lobe médian sillonné dessus, avec de légères verrucosités en séries longitudinales (incolores dans la dissolution de formol); la colonne est pourvue d'une forte pubescence sur la partie antérieure et mesure 4^{cm} de long. Dans la Vanille *Tahiti*, le labelle est à trois lobes à divisions latérales plus *laciniées* sur les bords; le lobe médian sillonné longitudinalement a des crêtes très saillantes ayant conservé leur coloration jaunâtre (dans le liquide conservateur); la colonne est plus courte, mais offre, comme dans le cas précédent, une pubescence accusée sur sa face antérieure.

Nous avons recherché si parmi les types *commerciaux* ou *sauvages*, décrits en grand nombre dans ces dernières années dans le genre Vanille, il n'y aurait aucune plante se rapprochant de cette Vanille *Tahiti*, qui est une forme si distincte.

I. Une revision soigneusement faite, publiée en 1895 par M. Rolfe (3) a appris que les *Vanilles commerciales* se rattachent à six espèces. En réalité

(1) La description détaillée se trouve notamment dans Martius, *Flora brasiliensis*, t. 3, pars IV, p. 145.

(2) Martius, *loc. cit.*, t. 3, pars IV, p. 148 (*Pl. XXXII*).

(3) Rolfe, *Vanillas of commerce* (*Kew Bulletin of miscell. informat.*, 1895, p. 169).

une seule a une valeur prépondérante (*V. planifolia*) et une seconde une valeur très subordonnée, cette dernière est le Vanillon (*V. Pompona*). Le *V. Gardneria* Rolfe, qui donne la Vanille du Brésil et de Bahia, est mal connu; ses fruits seraient courts et larges (14^{cm} de long sur $2^{cm},5$ de large) à odeur forte plutôt désagréable (rank). Le *V. phæantha* Reichb. f. est indigène à la Trinidad et n'est cultivé que dans quelques jardins botaniques des Antilles; si on l'emploie dans quelques contrées américaines, c'est par la récolte de fruits spontanément développés en forêt vierge; son parfum est d'ailleurs faible ([1]). Les deux autres espèces ne méritent pas mention ([2]). Aucune de ces plantes ne peut être confondue (sauf la première) avec le type de la Vanille *Tahiti*.

II. Parmi les espèces *sauvages* de description récente, aucune n'a paru présenter une affinité, même lointaine, avec cette dernière plante. Cette recherche attentive a d'abord été faite pour les espèces américaines ([3]), cela se comprend aisément puisque, jusqu'ici, aucune Vanille commerciale n'a été rencontrée à l'état spontané en dehors du Nouveau Monde ([4]).

N'ayant abouti à faire aucun rapprochement, nous avons cru devoir

---

([1]) Cette espèce se distingue par des fleurs plus grandes, un labelle sans disque verruqueux, un fruit plus court.

([2]) *V. appendiculata* Rolfe n'est pas cultivé et n'a pas de valeur économique; son labelle à appendices foliacés est d'ailleurs très distinct. *V. odorata* Presl n'est connu que par sa description et par la remarque de Presl que ses fruits, conservés pendant 36 ans, avaient gardé leur parfum aromatique.

([3]) Étude des principales flores américaines : Martius, *loc. cit.* — Fawcett, *Flora of Jamaica*, 1910, p. 16. — Urban, *Symbolæ Antillanæ*, t. 6 (Cogniaux, *Orchidaceæ*, 1909-1910).

([4]) Types récemment découverts : *V. Duckei* Huber (Amazone) (*Materiaes para a Flora amazonica* : VII. *Plantæ Duckeanæ*. Boletim do Museu Goldi-Museu parense, V, n° 2, p. 327); *V. fimbriata* Rolfe (Guyane) (*Kew Bull.*, 1899, p. 133); *V. Hartii* Rolfe (Trinidad) (*Kew Bull.*, Id.); *V. Bakeri* Schlechter (Cuba) (Fedde, *Repert. Nov.*, 1910, Sp. VIII, p. 561); *V. Pittieri* Schlechter (Costa Rica) (Fedde, *Id.*, III, 1906, p, 106); *V. Chalotii* Finet (Cuba) (*Bull. Soc. bot. France*, t. 56, 1909, p. 102); *V. marowynensis* Pulle (Guyane) (Pulle, *Enum. Pl. Surinam*, 1906, p. 118); *V. Weberbaueriana* Kränzlin (Pérou) (*Engler's Jahrb.*, t. 37, 1906, p. 396), espèce connue des indigènes sous le nom de *Vainilla; V. Dietschiana* Edwall (Brésil) (*Revista centr. Sci. Campinas*, II, p. 192); *V. articulata* Northrop (Bahama) (*Mém. Torr. Bot. Club*, XII, p. 37).

compléter cette étude par l'examen méthodique de tous les types signalés depuis la publication de la monographie de M. Rolfe ([1]).

La conclusion de cette enquête nous conduit, en définitive, à considérer le type *Tahiti*, comme se rattachant au *V. planifolia*. On a déjà signalé des formes de cette espèce, mais elles ont été jusqu'ici insuffisamment caractérisées et aucune n'est aussi franchement distincte que celle que nous venons de définir ([2]).

Pratiquement et pour la vente, on classe les Vanilles en se fondant sur le parfum, la couleur et la longueur des fruits. Ce triage est une opération délicate, qui exige beaucoup d'expérience et il y a des professionnels dont c'est la spécialité, comme il y a des dégustateurs de vin ou de thé.

Préciser les caractères d'une variété de Vanille qui est la plus répandue dans l'île de Tahiti nous a paru présenter un véritable intérêt, surtout si l'on se rappelle que ce pays est au premier rang parmi les contrées productrices de ce fruit parfumé.

La question de la Vanille appelée *Tiarei* mérite également une mention, bien que nous n'ayons pas eu de fleurs pour son étude. D'après le témoignage de M. Laurent, pharmacien à Tahiti, cette troisième variété de Vanille a fait son apparition il y a cinq ou six ans, mais son origine reste inconnue ([3]). Ses feuilles sont petites et ses tiges grêles font d'abord supposer qu'il s'agit d'individus chétifs et rabougris; comme la forme des

---

([1]) Rolfe, *A revision of the Genus Vanilla* (*Journal of the Linnean Society*, t. 32, p. 439-478). Espèces signalées en dehors du Nouveau Monde depuis 1896 : *V. tolypophera* Ridley (Péninsule malaise) (*Trans. Linn. Soc.*, 2e sér., t. 3, 1893, p. 376); *V. Laurentiana* de Wildeman (Congo belge) (Wildeman, *Plantes utiles du Congo*, p. 337); *V. Lujæ* de Wildeman (Congo belge) (*Flore du bas et du moyen Congo*, t. 1, p. 111, 231: Belgique coloniale, 1904, p. 28); *V. zanzibarica* Rolf (Afrique tropicale et Zanzibar) (*Kew Bull.*, 1906, p. 116).

([2]) Delteil (*La Vanille, sa culture et sa préparation*; Paris, 1897, p. 30, 36) mentionne plusieurs types de Vanilles (en dehors du Vanillon ou *Vanilla pomba*) assez mal définis : 1° *V. corriente*, Vanille lec ou aromatique, espèce la plus renommée pour ses gousses avec cinq variétés (*a.* Vanille charnue et longue; *b. V. chica fina*, de moitié plus longue; *c. V. saccata*, à peau plus fine que la première; *d. V. resecata*, petite sèche, le quart de la longueur de la précédente; *e. V. basura*, tout à fait inférieure); 2° *V. sylvestre* ou *simarona*, Vanille sauvage à fruit plus petit que celui de la *corriente*; 3° *V. metiza*, fruit plus rond; 4° *V. puerca*, dont l'odeur est désagréable. Il s'agit là, on le voit, de formes commerciales caractérisées par la forme et la qualité du fruit, mais non scientifiquement définies.

([3]) Procès-verbal de la séance du 18 mai 1914 de la Chambre d'Agriculture de Tahiti.

feuilles rappelle celle des échantillons de la Vanille *Tahiti*, on est tenté, au premier aspect, de regarder ces plantes comme des individus malingres de ce type, mais les grandes dimensions des fruits qui atteignent jusqu'à 25^{cm} prouvent qu'il s'agit d'une forme spéciale et caractérisée.

Comment expliquer l'apparition si récente d'un tel type? Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées : ce peut être une bouture nouvellement importée ou une variation brusque d'une forme préexistante ou hybride développé spontanément. La dernière opinion paraît peu vraisemblable. L'étude des fleurs, quand nous les posséderons, nous permettra peut-être de trouver une solution de ce problème.

Au point de vue pratique, nous devons signaler que cette troisième Vanille, à laquelle nous donnons provisoirement le nom de *Vanilla Tiarei*, est digne d'intéresser les cultivateurs. Les fruits sont grands (25^{cm}) et l'on sait que la taille est un des éléments qui interviennent pour la fixation du prix. D'après une expertise qui a été faite à la demande de M. Prudhomme par M. Maurice Simon « l'épiderme est très épais et fort dur, le parfum et goût faible, agréable et doux, mais avec un arrière-goût d'héliotrope; on trouve à Java et spécialement aux Moluques des Vanilles de ce genre ». La valeur commerciale [1] est plus élevée que celle des Vanilles qualifiées *Tahiti*.

BOTANIQUE. — *Origine staminale du périgone des Liliacées : preuves fournies par les fleurs pleines d'Hémérocalle.* Note de M. **Paul Vuillemin**.

Les fleurs pleines qui caractérisent une race horticole d'*Hemerocallis fulva* L. se distinguent immédiatement des fleurs simples par le grand nombre de leurs appendices, l'absence de pistil, la présence de pièces intermédiaires entre le pétale et l'étamine. On y constate à la fois un excès, un défaut et une modification des pièces florales.

Ces matériaux polymorphes, comme les appendices de la fleur simple, forment des cycles ternaires alternes et sont agencés sur six rayons. Seulement chaque rayon porte une série de pièces, dont les termes ne sont pas, comme dans la fleur simple, limités à deux en dehors du pistil.

En tenant compte des pièces observées, fussent-elles réduites à 2 ou 1 par cycle, en restituant les cycles non développés qui devraient s'intercaler, conformément à la règle d'alternance, entre deux cycles consécutifs

(1) Environ 25^{fr} le kilogramme (au cours de juillet 1914).

superposés, on compte, dans huit fleurs, sur treize analysées, les cycles impairs, partant du cycle extérieur ou cycle I, jusqu'au onzième, avec lacunes plus fréquentes au septième et au neuvième qu'au dernier, les cycles pairs jusqu'au dixième, avec lacunes rares au cycle IV, communes aux cycles VI et VIII et moins au cycle X. L'épuisement progressif entrave l'épanouissement complet des derniers cycles. Une seule fleur s'est arrêtée au huitième cycle, quatre au neuvième.

La surabondance des pièces pétalaires, staminales, ou mixtes, est corrélative de l'absence de pistil. Le nombre des pièces étrangères au plan normal, supérieur à 3, écarte l'idée d'une métamorphose des carpelles; au reste on ne décèle aucun vestige d'organe femelle ou de paroi ovarienne. L'hypothèse d'une prolification centrale, émise par Godron à propos de la duplication accidentelle d'une fleur de la même espèce, n'est corroborée par aucune observation concernant la race à fleurs pleines. Les matériaux rendus disponibles par l'absence de pistil ont renforcé les six séries radiales de la fleur normale sans former de séries nouvelles. On admet, en pareil cas, qu'il n'y a *pas multiplication*, mais que les rudiments préexistants se sont *divisés* tangentiellement par fission réitérée nommée *abusivement ramification* faciale.

Pour savoir quels sont les rudiments intéressés par la fission supplémentaire, recherchons dans chaque cycle le degré de ressemblance avec le périgone ou l'androcée, en examinant, dans les huit fleurs à onze cycles, la composition des cycles successifs, c'est-à-dire le nombre pour 100 (en négligeant les décimales) des pièces purement pétalaires p, purement staminales e, ou mixtes m. Ces rapports sont indiqués dans le Tableau A.

TABLEAU A.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
p.....	100	100	75	45	96	70	$14\frac{1}{2}$	20	50	0	0
m....	0	0	25	45	4	30	57	60	50	10	0
e.....	0	0	0	10	0	0	$28\frac{1}{2}$	20	0	90	100

Les étamines pures apparaissent dans les cycles IV, VII, VIII, X, XI. Leur absence du cycle IX, comme leur présence au cycle IV, exclut l'hypothèse d'une origine staminale pour les cinq cycles internes, d'une origine périgonique pour les cinq ou six précédents; le relèvement de la proportion des pétales au cycle IX, son abaissement au cycle IV partent dans le même sens.

Groupons d'une part (Tableau B) les cycles dépourvus d'étamines pures, d'autre part (Tableau C) ceux qui en possèdent :

Tableau B.

	I.	II.	III.	V.	VI.	IX.
p....	100	100	75	96	70	50
m...	0	0	25	4	30	50
e....	0	0	0	0	0	0

Tableau C.

	IV.	VII.	VIII.	X.	XI.
p	45	$14\frac{1}{2}$	20	0	0
m	45	57	60	10	0
e	10	$28\frac{1}{2}$	20	90	100

Dans la Tableau B, la courbe descendante des pétales et la courbe ascendante des pièces mixtes seraient continues, si elles ne présentaient un crochet au niveau du cycle III. Celui-ci, ayant moins de pétales et plus de pièces pétalo-staminales que n'en comporte sa position proche de l'extérieur, sera reporté en tête du Tableau C. Cette correction complète, dans le Tableau C, la progression continue des étamines et la régression continue des pétales, troublées seulement par une faible oscillation des cycles VII et VIII.

Cette légère imperfection disparaît et les courbes deviennent continues, si nous dissocions de nouveau les Tableaux B et C en séparant les cycles impairs des cycles pairs dans les Tableaux B′ et B″, C et C″ :

Tableau B′.

	I.	V.	IX.
p.......	100	96	50
m......	0	4	50
e.......	0	0	0

Tableau B″.

	II.	VI.
p.......	100	70
m......	0	30
e.......	0	0

Tableau C′.

	III.	VII.	XI.
p.......	75	$14\frac{1}{2}$	0
m......	25	57	0
e.......	0	$28\frac{1}{2}$	100

Tableau C″.

	IV.	VIII.	X.
p.......	45	20	0
m......	45	60	90
e.......	10	20	100

Dans l'ensemble de la fleur pleine, les caractères pétalaires rétrogradent et les caractères staminaux progressent de dehors en dedans, sans démarcation entre une moitié périgonique et une moitie androcéenne.

Malgré cette modification générale, des cycles à prédominance pétalaire : I, II, V, VI, IX, et des cycles à prédominance staminale : III, IV, VII, VIII, X, XI, sont répartis à tous les niveaux.

Si nous remarquons que les cycles consécutifs, étant alternes, appartiennent à des séries différentes et que les cycles se superposent de deux en deux, nous reconnaissons que chaque cycle principalement pétalaire recouvre un cycle principalement staminal et forme avec lui un couple : I-III; II-IV; V-VII; VI-VIII; IX-XI. Chaque couple comprend un cycle couvrant rappelant le périgone et un cycle couvert rappelant l'androcée. Si nous désignons par P les cycles périgoniques, par E les cycles d'étamines, nous obtenons pour la fleur à onze cycles la formule PE, PE, PE, PE, PE, dans laquelle le cycle X seul n'est pas représenté.

Le cycle X, composé surtout d'étamines pures, ne forme pas de couple avec un cycle pétalaire. Il occupe la position du cycle couvrant du sixième couple, mais reste isolé puisque le cycle XII fait défaut. En l'absence du cycle XI, le cycle IX se comporte comme le cycle X des fleurs plus complètes. En effet, dans quatre fleurs ne dépassant pas le neuvième cycle, ce dernier possède huit étamines et trois pièces mixtes, tandis que, dans les fleurs à onze cycles, ses pièces se partagent également entre les pétales purs et les stamino-pétales, à l'exclusion des étamines pures.

Les fleurs comptant un nombre impair de cycles comprennent donc, outre les couples pétalo-staminaux, un cycle isolé staminal, selon la formule $n\mathrm{PE}+\mathrm{E}$. Dans une fleur à onze cycles, chaque série radiale impaire renferme $3pe$ et chaque série paire $2pe+e$; dans une fleur à neuf cycles, chaque série impaire renferme $2pe+e$ et chaque série paire $2pe$.

Une série quelconque forme un tout dérivé d'une pièce unique primitivement staminale, le pétale n'ayant pas en soi sa raison d'être comme l'étamine. La première fission produit un pétale en dehors de l'étamine et constitue un premier couple, le seul réalisé dans les fleurs simples. La seconde fission donne une étamine isolée en dedans du couple pétalo-staminal. La troisième complète le second couple; la suivante donne une étamine isolée en dedans de deux couples, et ainsi de suite.

La commune origine des étamines et des pétales, de l'étamine isolée et du couple, explique l'homologie de tous les appendices floraux précédant le pistil des Liliacées. Étamines, pièces mixtes, pétales, mélangés dans la fleur pleine, suivant les règles que nous venons de dégager, ne proviennent pas de créations, ni de métamorphoses, mais d'une simple modification d'appendices de même type.

La fleur pleine d'Hémérocalle résume l'histoire de la fleur des Liliacées. L'état primordial de l'androcée reparaît dans les cycles staminaux isolés. Les couples montrent le dédoublement de l'androcée en étamines et pétales.

La division faciale qui explique la production indéfinie (dans la limite des matériaux disponibles) de nouvelles pièces pétalaires, mixtes, ou staminales aux dépens d'un nombre constant de séries radiales, explique également l'origine du périgone normal.

Les différences de forme qui ont pu faire croire à l'existence d'un calice sont provoquées par l'action directe du milieu extérieur sur le premier cycle. Dans les fleurs pleines, les lames doublant les pièces étroites et raides du cycle externe sont délicates, ondulées comme celles du second cycle.

La fleur des Liliacées n'a pas de périanthe provenant de bractéoles annexées à la fleur. En dehors du pistil, elle est réduite à l'androcée, d'où procède un périgone homologue d'une double corolle.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule 3, Tome V, de la *Flore générale de l'Indo-Chine,* publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présenté par M. L. Mangin.)

MM. **Bordas**, **P. Vayssière** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte* en 1915.

MM. **Berland**, **Louis Fabry**, **Lameere**, **H. Lecomte**, **Maignon**, **H. Stassano** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme veuve **H. Rück** adresse également des remercîments à l'Académie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un* « électrovibreur » *alimenté par des courants interrompus.* Note (1) de M. **E.-F. Perreau**, présentée par M. J. Violle.

La Station centrale de la Ville ne fournissant que du courant continu à 220 volts, j'ai été amené à installer dans mon Laboratoire un « *électro-*

(1) Séance du 2 août 1915.

vibreur », que plusieurs chirurgiens des Hôpitaux militaires emploient avec succès suivant la méthode indiquée par M. Bergonié.

Cet électrovibreur se compose d'un noyau (cylindre de 20^{cm} de long, de 4^{cm} de diamètre, pesant $1^{kg},5$, formé de fils de fer doux isolés) placé à l'intérieur d'une bobine de 464 tours de fil de cuivre de 3^{mm} de diamètre répartis en huit couches sur une longueur de 20^{cm}. Le poids de la bobine est de 8^{kg}, de sorte que tout l'appareil pèse environ 10^{kg}.

Pour faciliter les manipulations, cet appareil, muni d'un interrupteur à portée de la main de l'opérateur, est suspendu à un moufle et son poids équilibré par la traction d'un long ressort en laiton fixé à une lourde masse reposant sur le sol. En déplaçant cette masse et en allongeant plus ou moins le ressort, on peut amener l'appareil à la hauteur voulue et le manier sans fatigue.

Le courant d'alimentation de fréquence 50 est fourni par un alternateur donnant à vide une force électromotrice efficace de 146 volts. Lorsque le courant passe dans l'appareil, la différence de potentiel aux bornes tombe à 135 volts, l'intensité efficace du courant circulant dans la bobine étant de 11,5 ampères.

Bien que les dimensions de l'appareil soient réduites et la puissance absorbée faible, cet électrovibreur s'est montré assez fort pour permettre dans un grand nombre de cas la recherche et la localisation de projectiles (éclats d'obus ou balles).

On sent également les vibrations d'un corps non magnétique, pièce d'argent ou de cuivre, lame d'aluminium ou de plomb, tenu entre les doigts, mais à une distance trop petite (5^{cm} environ) pour que dans la plupart des cas on puisse l'employer pour la recherche de balles de shrapnell.

L'action de l'électrovibreur dépendant évidemment du flux de force qui s'échappe d'un pôle, j'ai essayé de l'augmenter en diminuant la réluctance du circuit magnétique. J'ai employé pour cela deux noyaux, l'un droit de 38^{cm} de long, l'autre d'abord de même longueur, mais dont on a ensuite recourbé les fils de manière à former une sorte de calotte coiffant la bobine sur le tiers de sa longueur.

A égalité de courant dans la bobine, ces noyaux sont plus avantageux que le premier; mais, en fait, avec mon installation où il est impossible d'augmenter la force électromotrice de l'alternateur, ils ne m'ont pas donné un électrovibreur plus puissant. Cela tient à ce que la diminution de réluctance du circuit magnétique, entraînant une augmentation de self-inductance de la bobine, produit un affaiblissement de l'intensité du courant.

Ayant ainsi employé avec succès cet électrovibreur avec des courants alternatifs, j'ai essayé de le faire fonctionner avec du courant continu interrompu. J'ai utilisé pour cela un interrupteur rotatif (modèle Drault employé en radiographie) avec un courant donnant sur un ampèremètre thermique une indication de 8 ampères.

Les vibrations se sont fait sentir avec une intensité plus grande qu'avec le courant alternatif, il est vrai avec un autre caractère : au lieu d'un frémissement continu, on perçoit périodiquement comme de petits chocs. L'intensité plus grande peut même donner, comme nous l'avons vu dans divers cas sur des blessés, un mouvement visible de la peau, alors qu'avec le courant alternatif, on ne faisait que sentir la vibration.

J'ai d'ailleurs comparé les deux modes d'emploi de l'électrovibreur en enregistrant les vibrations d'un petit corps en fer (tête de vis ronde de 3^{mm} de diamètre) fixé au levier d'un tambour Marey. Le courant alternatif a donné, pour une distance du petit corps au milieu du noyau de la bobine

Courbe 1.

Courbe 2.

de 2^{cm} environ, la courbe 1, alors que le courant continu interrompu a donné la courbe 2 pour une distance de 6^{cm}.

On voit que, dans ce dernier cas, les déplacements sont beaucoup plus grands, plus espacés d'ailleurs l'un de l'autre. La discontinuité du tracé au moment de la vibration montre, en outre, que le corps vibre dans toutes les directions.

Ces inscriptions graphiques confirment bien les résultats de l'observation directe.

Sur les corps non magnétiques, l'action de l'électrovibreur est aussi plus grande avec le courant continu interrompu qu'avec le courant alternatif. On conçoit d'ailleurs qu'il en soit ainsi. Les vibrations, tenant aux courants induits dans ces corps, seront plus grandes avec le courant continu interrompu dont les variations brusques d'intensité produisent des courants induits plus forts que les variations plus lentes d'intensité du courant alternatif.

L'idée devait naturellement venir d'essayer aussi l'effet de ces interruptions périodiques avec le courant alternatif. Le résultat s'est trouvé celui

qu'on attendait : au frémissement continu dû au courant alternatif s'ajoutent périodiquement de petits chocs beaucoup plus vigoureux qui peuvent faciliter certainement la recherche et la localisation des projectiles magnétiques ou non.

En résumé, un interrupteur rotatif permet l'emploi de l'électrovibreur avec des courants continus. Il augmente aussi l'efficacité de l'appareil alimenté avec du courant alternatif. Cette augmentation est surtout précieuse pour la recherche des corps non magnétiques.

PHYSIQUE. — *Sur le covolume des gaz dégagés par les matières explosives.* Note de M. DANIEL BERTHELOT, transmise par M. E. Jungfleisch.

La théorie et l'expérience indiquent que, sous de fortes pressions ou à de hautes températures, c'est-à-dire dans les conditions qui se trouvent réalisées lors de la détonation des explosifs, l'équation caractéristique des gaz tend vers la forme $p(v-b) = RT$ qui ne diffère de l'équation des gaz parfaits que par le terme correctif b appelé *covolume*.

En 1882, Sarrau [1] détermina les valeurs suivantes de b d'après les expériences d'Amagat :

Hydrogène.	Azote.	Oxygène.	Formène.	Acide carbonique.
0,00089	0,0014	0,00089	0,0011	0,00087

Il ressort de là ce fait remarquable que, pour des gaz variés, le covolume est voisin de la millième partie du volume spécifique, c'est-à-dire du volume occupé par le gaz à 0° et sous la pression atmosphérique. En conséquence, MM. Mallard et Le Chatelier [2] proposèrent d'introduire cette valeur 0,001 dans les calculs relatifs à la puissance des explosifs et cette approximation a été généralement adoptée depuis.

Un fait nous frappe aujourd'hui : une telle relation comporte une restriction de la loi des états correspondants, d'après laquelle l'équation caractéristique de chaque gaz contient le même nombre (égal à 3) de variables indépendantes (p, v, T) et de paramètres indépendants (on choisit pour ceux-ci soit les trois constantes critiques, soit les trois grandeurs physiques : attraction moléculaire, covolume, poids moléculaire).

---

(1) *Comptes rendus*, t. 94, 1882, p. 847.
(2) *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, t. 2, 1884-1889, p. 144.

Or, si la relation de Sarrau était générale, le covolume se déduirait immédiatement du poids moléculaire et le nombre des constantes indépendantes tomberait à 2. Cette relation empirique n'est donc compatible avec le théorème des états correspondants que pour un groupe spécial de gaz caractérisés par une même liaison entre leurs constantes critiques. Cette liaison est d'ailleurs facile à indiquer.

D'après l'équation de Van der Waals, on aurait

$$(1) \qquad R = \frac{8}{3}\frac{p_c v_c}{T_c}, \qquad b = \frac{v_c}{3} = \frac{1}{8}\frac{RT_c}{p_c}.$$

En prenant pour unité de pression l'atmosphère, pour unité de volume le volume du gaz à 0° et sous 1^{atm}, $R = \frac{1}{273}$. Les formules (1) montrent donc que, pour que b fût égal à 0,001, il faudrait que l'on eût $T_c = 2,2 p_c$; c'est ce qui n'a lieu, même d'une manière grossière, pour aucun des gaz étudiés.

Mais ce désaccord avec le résultat de Sarrau tient uniquement à l'inexactitude des relations (1) de Van der Waals. En effet, la nouvelle équation d'état, que j'ai fait connaître il y a une douzaine d'années (1) et qui représente très bien les propriétés des gaz, donne

$$(2) \qquad R = \frac{32}{9}\frac{p_c v_c}{T_c}, \qquad b = \frac{v_c}{4} = \frac{9}{128}\frac{RT_c}{p_c}.$$

Les formules (2) montrent que b est égal à 0,001 si $T_c = 3,9 p_c$. D'où la conclusion :

Le covolume n'est égal au millième du volume spécifique que pour les gaz dont la température critique est sensiblement égale au quadruple de la pression critique.

En fait, ces conditions se trouvent remplies tout au moins avec une précision de l'ordre de celle dont se contentait Sarrau et qui suffit dans les calculs sur les explosifs, non seulement pour les gaz étudiés par ce savant, mais encore pour les principaux gaz des explosions. J'emprunte les données

(1) D. Berthelot, *Sur les thermomètres à gaz* (extrait du Tome 13 des *Travaux du Bureau international des Poids et Mesures*, 1902). Une application intéressante de cette équation vient d'être faite par M. Riddick Partington dans son Mémoire : *Calcul des chaleurs spécifiques de l'air et de l'acide carbonique au moyen de l'équation d'état de D. Berthelot* (*Physik. Zeitschrift*, t. 14, 1913).

suivantes aux Tableaux que j'ai publiés dans le *Recueil de Constantes de la Société de Physique :*

	H^2.	N^2.	CO.	O^2.	CH^4.	CO^2.	N^2O.	HCl.	H^2O.
T_c......	33°	127°	133°,5	155°	199°,5	304°,4	309°,5	325°	638°
p_c......	11^{atm}	33^{atm},6	35^{atm},5	50^{atm}	56^{atm},8	72^{atm},9	72^{atm}	83^{atm}	200^{atm}
$T_c : p_c$...	3,0	3,8	3,8	3,1	3,5	4,2	4,3	3,9	3,2
b.......	0,00078	0,00097	0,00097	0,00080	0,00090	0,0011	0,0011	0,0010	0,00082

On voit que, pour ces gaz, b est sensiblement compris entre 0,0008 et 0,0011, et $T_c : p_c$ entre 3 et 4.

Mais ce serait une erreur de croire qu'il en soit ainsi d'une façon générale. Il ne faut pas oublier que les gaz dégagés dans les explosions présentent certains traits communs : ils sont de structure moléculaire simple et relativement stables à haute température. Si l'on prenait au contraire des composés organiques complexes, dont la molécule contient un grand nombre d'atomes, la relation de Sarrau serait en défaut. Ainsi le rapport $T_c : p_c$ s'élève à 8 pour l'alcool ordinaire; à 12 pour le benzène; à 13 pour l'éther ordinaire; à 19 pour le naphtalène, etc.

Il n'en est pas moins intéressant de noter que, tandis que la théorie des états correspondants ferait prévoir une complète indépendance de T_c et p_c, l'expérience montre que ces grandeurs varient jusqu'à un certain point parallèlement dans de grands groupes de gaz. En particulier, les gaz dont le point critique est bas (lesquels sont tous monoatomiques ou diatomiques) ont aussi une faible pression critique. Il y a une quinzaine d'années, alors que la température critique de l'hydrogène (33° absolus) était de beaucoup la plus basse connue, et qu'on admettait universellement la pression critique 20^{atm} d'après une expérience d'Olszewski, j'ai fait remarquer que cette expérience était très peu sûre et que, bien que la valeur de 20^{atm} fût la plus basse des pressions critiques mesurées, elle était encore trop élevée pour cadrer avec les propriétés de l'hydrogène et devait être abaissée au moins à 12^{atm}. Les mesures récentes ont donné en effet 11^{atm}. Depuis, M. Kamerlingh Onnes a trouvé pour l'hélium la température critique très basse 5°,25, et aussi la pression critique extraordinairement faible 2^{atm},26. Il y a là une confirmation nouvelle très frappante de la dépendance physique de ces deux grandeurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un appareil pour la photolyse des poudres.* Note (¹) de M. Guilbaud.

Comme l'ont montré MM. Berthelot et Gaudechon dans leurs Communications (²), les rayons ultraviolets agissent par processus catalytique accélérant la décomposition qui tend à se faire lentement sous l'influence des agents naturels (chaleur, humidité, action atmosphérique).

Dans ces mêmes Communications et dans celle sur le coefficient des températures des variations photochimiques (³), les auteurs ont montré que les

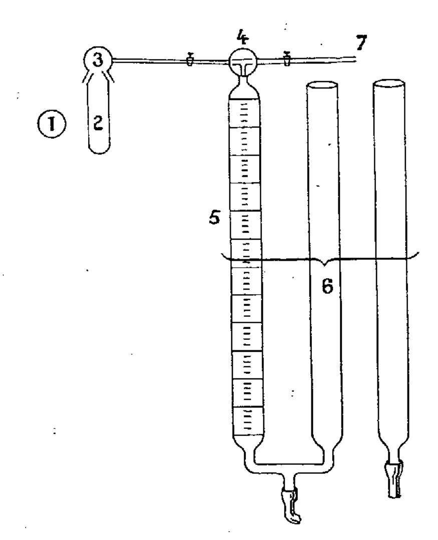


Schéma de l'appareil. — 1, lampe à vapeur de mercure; 2, tube à décomposition en quartz; 3, capuchon en verre; 4, robinet à trois voies; 5, chambre du volumètre; 6, ensemble du volumètre; 7, vers la pompe à vide et appareils d'absorption.

décompositions obtenues sont indépendantes du facteur élévation de température.

Toutes les épreuves auxquelles sont soumises actuellement les nitrocelluloses et les poudres sans fumée utilisent le facteur élévation de température; elles seraient utilement complétées par des épreuves photolytiques, ce qui permettrait un contrôle mutuel.

(¹) Séance du 9 août 1915.

(²) *Comptes rendus*, t. **153**, 1911, p. 1220; t. **154**, 1912, p. 201 et 514.

(³) *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 440.

J'ai construit un appareil permettant d'effectuer facilement la photolyse des nitrocelluloses et des poudres qui en sont composées et d'en tirer les enseignements qui conviennent.

L'appareil se compose essentiellement d'un tube à décomposition en quartz, d'un volumètre et d'appareils de dosage.

Le tube à décomposition en quartz transparent a 15^{mm} de diamètre et 100^{mm} de haut. Son extrémité ouverte peut être fermée par un capuchon en verre rodé de façon à assurer une fermeture hermétique. Le capuchon communique par un tube très étroit et aussi court que possible avec la chambre de mesurage d'un volumètre qu'on a choisi tel qu'il permette une très grande approximation. Un robinet à trois voies permet d'ouvrir ou de fermer la communication entre le tube à décomposition et le volumètre ou le volumètre et la pompe à vide et les appareils de dosage.

Pour effectuer un essai, on met dans le tube de décomposition un poids déterminé de nitrocellulose ou de poudre (2^{g}-$2^{g},5$). Le capuchon est fixé sur le tube à décomposition. On fait le vide aussi parfait que possible à l'aide de la pompe (20^{mm}). Dans la pratique, on néglige les quantités d'air qu'on n'a pu enlever. Le tube à décomposition en communication avec la chambre du volumètre est soumis aux irradiations d'une lampe à vapeur de mercure pendant un certain temps. On note de temps à autre les volumes de gaz dégagés, ce qui permet de construire la courbe des vitesses de décomposition. Au bout du temps qu'on s'est fixé pour observer la décomposition, on ferme le robinet sur le tube à décomposition et l'on ouvre celui des appareils de dosage pour y chasser les gaz. (Les appareils de dosage remplacent la pompe à vide quand elle devient sans usage.)

La décomposition des nitrocelluloses et poudres sans fumée donne cinq gaz

$$CO^2 + CO + N^2 + N^2O + NO$$

en quantité et en proportion variables.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge crétacé (Bégudien) des couches détritiques du Logis de Nans (Var).* Note (¹) de M. **J. Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

Mes observations au cours de ces dernières années m'ont amené à classer dans le Crétacé un certain nombre des affleurements de couches détritiques, poudingues, argiles, bancs oolithiques que l'on considérait jusqu'à présent comme oligocènes. Parmi ces affleurements se trouvent

(¹) Séance du 17 août 1915.

ceux du quartier de Bassan (est de Roquevaire), ceux qui se trouvent au nord du village du Plan d'Aups et ceux de la Taurèle (sud-ouest de Nans). Ces derniers apparaissent sous la partie de la grande nappe de la Sainte-Baume connue maintenant sous le nom de *bande de Nans*. Ils sont bien caractérisés par leurs fossiles et par leur constitution minéralogique.

La similitude de facies et de situation m'avait fait depuis longtemps soupçonner que les conglomérats argiles et calcaires du Logis de Nans, également figurés comme oligocènes sur la carte à $\frac{1}{80000}$, devaient aussi être classés dans le Crétacé supérieur. De nombreuses recherches dans ces terrains, qui occupent plusieurs centaines d'hectares, étaient restées infructueuses et n'avaient pu me fournir de preuves convaincantes.

Des observations toutes récentes ont levé les dernières incertitudes. J'ai pu me rendre compte d'abord de la parfaite continuité de ces couches avec celles de la Tuilière (est de Nans) très bien caractérisées comme crétacées et avec celles de Nans même non moins bien caractérisées. De plus, j'ai eu la bonne fortune de trouver, intercalé dans cette formation, un de ces bancs de grosses oolithes concrétionnées, si caractéristiques de certains niveaux du *Crétacé supérieur* (*Bégudien*).

Le fait est important, aussi bien au point de vue tectonique qu'au point de vue de l'étude du Tertiaire provençal. Ces couches sont en effet recouvertes par les assises jurassiques de la bande de Nans, et si leur âge oligocène eût été confirmé, il fallait admettre que la formation de la grande nappe de la Sainte-Baume était, au moins partiellement, postérieure à cet oligocène, ce qui était contraire à ce que j'ai observé jusqu'ici. D'autre part, la liaison qu'établissait cet affleurement entre l'Oligocène du bassin de Marseille et celui de la région de Brue-Auriac, Barjols, etc., n'existant plus, il semble bien probable, que le bassin oligocène de Marseille, de facies d'ailleurs si différent de celui du Var, devait en être indépendant.

La présence d'un conglomérat de rivage à Saint-Zacharie paraît bien indiquer que la dépression lacustre commençait à ce qu'on peut appeler la *haute vallée de l'Huveaune*. Les éléments anciens des poudingues de Marseille proviendraient probablement du remaniement des conglomérats crétacés.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les eaux souterraines en Afrique occidentale.* Note [1] de M. **Henry Hubert.**

Les indications générales suivantes, basées uniquement sur l'observation, ont pour objet de montrer les conditions dans lesquelles se présentent les eaux souterraines en Afrique occidentale, dans la partie du sous-sol actuellement accessible à nos investigations. Ce sujet sera développé ultérieurement par ailleurs.

Relativement à la façon dont se comportent les eaux superficielles et souterraines, l'Ouest africain peut se diviser en trois zones distinctes.

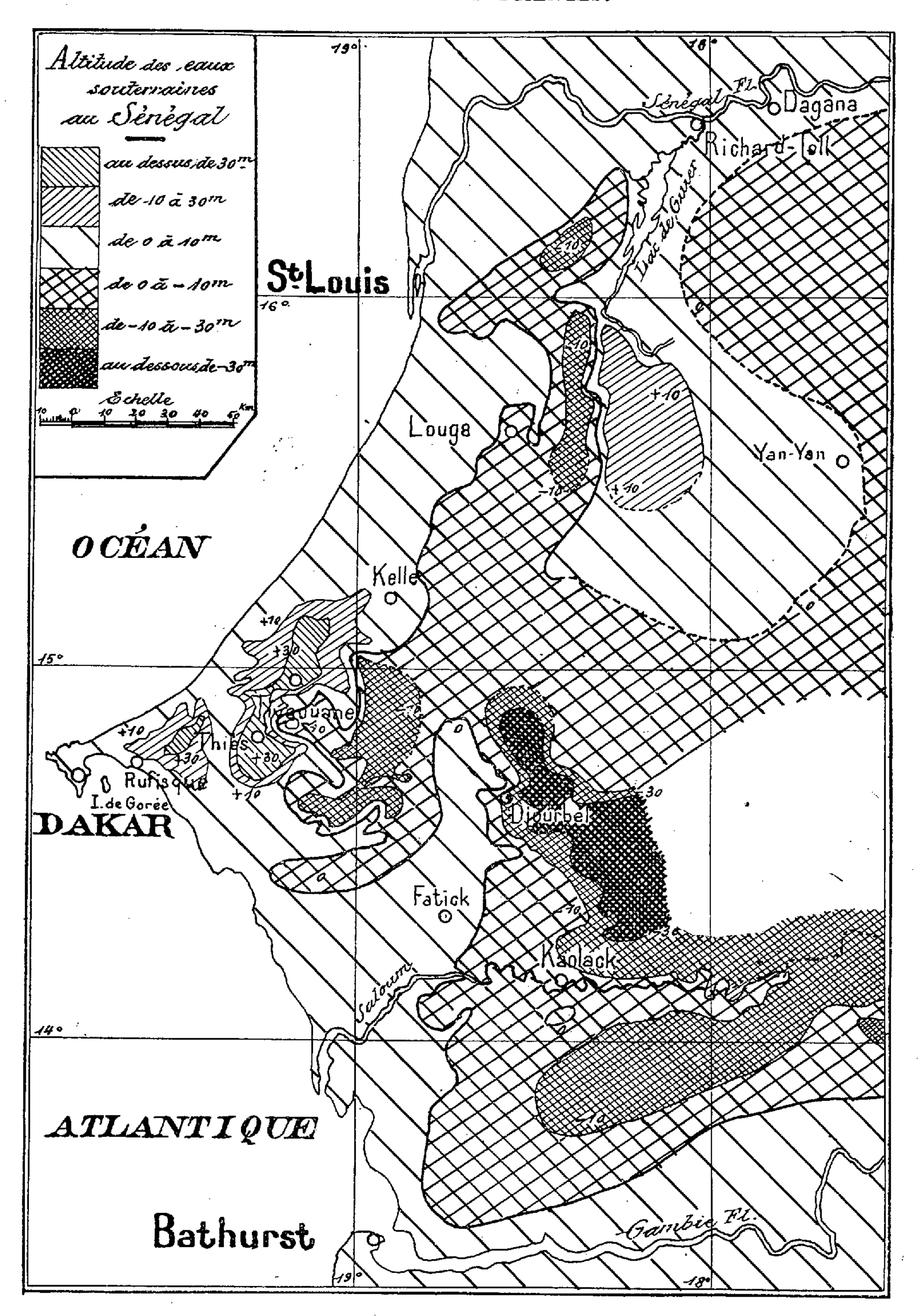
Dans la première, située au sud du 5°30' lat. N. (et par suite très peu étendue), les précipitations, bien qu'irrégulièrement réparties suivant les saisons, s'observent pendant presque toute l'année, même en hiver. Elles assurent par suite l'alimentation constante de tous les cours d'eau. Les eaux souterraines sont partout très près de la surface.

Dans la seconde, au nord du 17[e] parallèle, les précipitations sont rares et irrégulières. Par suite, il n'y a plus d'eaux permanentes à la surface; les eaux souterraines paraissent réparties d'une façon très capricieuse échappant actuellement à tout essai de généralisation.

Enfin, dans la troisième zone, intermédiaire entre les deux précédentes, la distinction entre les saisons pluvieuses et les saisons sèches est très tranchée, d'où un régime très inégal des cours d'eau. Avant l'hivernage, les fleuves et les grosses rivières n'ont plus qu'un débit extrêmement faible par rapport à celui de la période de crue; quant aux artères de médiocre importance, elles ont alors disparu de la surface. Cette zone, dont la limite nord est marquée par la rive septentrionale des fleuves Sénégal et Niger, occupe de beaucoup la plus grande partie de l'Ouest africain habité par des populations sédentaires. Deux cas sont à considérer suivant les conditions dans lesquelles les eaux souterraines s'y observent.

I. *Régions non calcaires.* — Dans ces régions, largement dominantes, on constate : 1° que la surface des eaux souterraines se raccorde à celle des eaux libres et a des variations de même sens aux mêmes époques; 2° que cette surface offre l'image de la surface topographique, mais avec de

[1] Séance du 26 juillet 1915.


Altitude des eaux souterraines au Sénégal
au dessus de 30m
de 10 à 30m
de 0 à 10m
de 0 à -10m
de -10 à -30m
au dessous de -30m
Échelle
St Louis
Louga
OCÉAN
Kelle
Thiès
Rufisque
I. de Gorée
DAKAR
Djourbel
Fatick
Kaolack
Saloum
ATLANTIQUE
Bathurst
Gambie Fl.
Sénégal Fl.
Dagana
Richard-Toll
Lac de Guier
Yan-Yan

notables atténuations; c'est ainsi qu'au-dessous d'un plateau peu étendu, l'élévation de la surface des eaux souterraines est relativement faible (plateau d'Abomey); par contre, les vastes régions élevées contribuent au relèvement général des eaux souterraines et deviennent ainsi des centres hydrographiques importants (Fouta-Djalon et ses annexes, plateau de Bobo-Dioulasso, Atacora); 3° que les brusques dénivellations topographiques favorisent le rapprochement et parfois l'intersection de la surface du sol et celle des eaux souterraines (source d'émergence, rivières pérennes, puits peu profonds).

Tous ces caractères montrent que les eaux souterraines rencontrées sont celles de la surface hydrostatique. Le sol se comporte comme une masse homogène quelle que soit la nature lithologique des formations.

II. *Régions non calcaires.* — Les indications précédentes sont en défaut pour les trois régions où des horizons calcaires ont été observés (Colonie du Sénégal, plaine à l'est de la falaise de Bandiagara, Territoire militaire du Niger). Du moins pour les deux premières, que j'ai seules étudiées, aucun doute ne saurait subsister relativement à la relation qui existe entre l'allure aberrante des eaux souterraines et la présence des calcaires en profondeur.

En ce qui concerne le Sénégal, cette allure est mise en évidence par les cartes que j'ai pu établir en utilisant notamment des documents émanant du Service des Travaux publics de cette colonie. Comme on le verra sur l'une de ces cartes, dont on trouvera ci-contre une réduction partielle et simplifiée, il est remarquable qu'il ait été possible de tracer des courbes de niveau ne se chevauchant pas l'une l'autre. L'examen comparé de ces courbes et des formations montre que la surface des eaux souterraines : 1° peut reproduire celle du sol et se raccorder aux eaux libres (terrains homogènes, en général au voisinage de la mer); 2° peut reproduire celle du sol sans se raccorder aux eaux libres (terrains hétérogènes, mais non fissurés, en particulier entre Rufisque et Tivaouane); 3° peut n'offrir aucun rapport avec celle du sol et dans ce cas il n'y a plus d'eaux libres (terrains calcaires dominants, occupant la plus grande partie de la colonie). L'existence des eaux souterraines paraît alors n'être plus en relation qu'avec la présence de couches imperméables, et ceci est confirmé par l'observation soit de niveaux aquifères superposés, soit d'eaux artésiennes (ces dernières non jaillissantes).

La répartition géographique des calcaires conduit à ce résultat para-

doxal que si, d'un point quelconque de la surface des eaux libres qui entourent complètement la Colonie du Sénégal (Océan, fleuves Sénégal et Gambie, rivière Falémé), on se dirige vers l'intérieur des terres, on constate que la surface des eaux souterraines, après s'être légèrement élevée, s'abaisse rapidement de façon à se trouver bientôt *au-dessous du niveau de la mer*. On s'explique ainsi que la colonie, entourée d'eaux libres permanentes de tous côtés, soit occupée, dans sa partie centrale, par une région désertique (Ferlo).

PHYSIOLOGIE. — *Mesures arthrodynamométriques*. Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

Les différents segments articulés qui composent l'appareil locomoteur de l'homme forment entre eux des angles dont les valeurs limites sont utiles à connaître. Elles font défaut à la Science.

D'autre part, l'*action musculaire* varie suivant ces valeurs angulaires, et c'est elle qu'il s'agit de ménager et d'approprier.

Tout d'abord, la Chirurgie est souvent obligée d'immobiliser une articulation, comme celle du coude, en adoptant un angle invariable (cas des tuberculoses). Il est évident que l'ankylose ainsi choisie doit respecter, ou tout au moins ne pas gêner les mouvements habituels des membres.

D'autre part, le choix des *appareils prothétiques* est basé autant sur les qualités propres de la construction que sur la liberté des mouvements qu'ils autorisent. Des recherches que nous poursuivons sur ce problème, il résulte que le point de vue utilitaire, le rendement du membre artificiel, doit l'emporter sur toutes autres considérations, et ce rendement est en rapport avec les valeurs linéaires et angulaires des segments articulés.

Ainsi, *chirurgie* et *orthopédie* ont un extrême besoin de savoir à quelle ankylose correspond le meilleur fonctionnement musculaire.

Ce besoin n'est pas moins urgent pour la *rééducation des mutilés*, le travail professionnel étant chez eux affaire de discipline et d'orientation des forces encore disponibles. Enfin, comme je l'ai dit en décrivant mon *arthrodynamomètre* [1], toute la rééducation fonctionnelle doit être guidée par ces mesures de forces et d'amplitudes qui, à tout instant, révéleront

---

[1] *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 730.

les progrès accomplis, et, par comparaison avec un sujet normal, les progrès qu'il s'agit de réaliser.

Tableau I. — *Valeurs angulaires extrêmes des déplacements articulaires.*

Articulations.	Flexion. D.	Flexion. G.	Extension. D.	Extension. G.	Abduction. D.	Abduction. G.	Adduction. D.	Adduction. G.	Pronation. D.	Pronation. G.	Supination. D.	Supination. G.	Latéralité. D.	Latéralité. G.
Épaule	190°		20°		165°	160°	45°		»		»		»	
(articulation scapulo-humérale)														
Coude	133[a]	140	»		»		»		194[c]	200	140[c]	125	»	
	120[b]	130	»		»		»		120[d]	115	95[d]	90	»	
(art. huméro-cubitale / art. huméro-radiale)														
Poignet	72[a]	70	63	60	»		»		»		»		50[e]	52
	80[b]												32[f]	20
(art. radio-carpienne)														
Doigts: auriculaire	92		»		»		»		extrêmement faibles				limitée par le voisinage des doigts	
Doigts: annulaire	90													
Doigts: médius	85													
Doigts: index	90													
Doigts: pouce	75[g]													
Hanche	130[d]	125	40		60[c]		30[c]		50[c]	45	25[c]	»	»	
	80[c]				72[d]		40[d]							
(art. coxo-fémorale)														
Genou	130		»		»		»		»		30	25	»	
Pied	22	25	22	23	»		»		»		»		20[e]	20
(art. tibio-tarsienne)													5[f]	4
													art. astragaliennes	

Tableau II. — *Variations des moments en fonction de l'angle de flexion.*

Angles de flexion.	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°	90°	80°	70°	60°	40°
Moments en kg-cm. Coude droit..	50	52	56	64	62	62	56	54	54	52	40	32	30
Moments en kg-cm. Poignet droit..	21	32	30	30	26,4	24	24	20	»	»	»	»	»

C'est pourquoi nous avons groupé un très grand nombre d'observa-

(a) Le membre étant dans sa position normale (plan sagittal pour la main).
(b) Le membre étant en pronation, la paume de la main regardant le sol.
(c) Le membre étendu, d'où une combinaison d'articulations.
(d) Le membre fléchi.
(e) Latéralité *externe*, le membre en pronation.
(f) Latéralité *interne*, le membre en pronation.
(g) La flexion du pouce et de son métacarpien donnent une amplitude de 170°.

tions arthrodynamométriques, dont les Tableaux I et II reproduisent les *moyennes*. Les individus observés se rapprochent autant que possible du type moyen (poids de 65^{kg}, taille de $1^{m},65$) et sont constitués normalement. Le Tableau I donne les amplitudes extrêmes des écarts angulaires, soit que deux segments se déplacent l'un par rapport à l'autre, soit que tout entier le membre quitte le tronc. On remarquera que la flexion du coude est plus grande en position normale, lorsque la main regarde le corps. C'est du reste ainsi que s'effectuent les mouvements rapides de l'avant-bras, pour frapper avec un marteau, ou manœuvrer une scie, une lime. Au contraire, dans la traction, les muscles agissent davantage en supination de l'avant-bras, et il est clair que l'amplitude des mouvements n'a plus ici la même importance.

On pourrait multiplier ces exemples.

Le Tableau II indique les *moments de rotation* des muscles fléchisseurs, moments qui s'expriment par le produit des efforts en jeu par leur distance à l'axe de rotation. Dans le cas du coude, ce produit est un maximum entre 120° et 140°, ce qui veut dire que l'ankylose la moins ouverte ne doit pas descendre au-dessous de 120°. Il ne faut pas sacrifier les avantages qui en résulte pour le travail et les exercices professionnels à la satisfaction de besoins minimes, comme de pouvoir enlever son chapeau ou fumer une cigarette.

En résumé, les mesures que nous venons de rassembler doivent inspirer le chirurgien, l'orthopédiste et le technicien d'usine, afin d'adapter l'impotence ou la mutilation à l'action la plus favorable de la puissance musculaire.

MÉDECINE. — *Sur la toxine typhique et sur la production d'un sérum spécifique contre la fièvre typhoïde*. Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. A. Laveran.

I. L'ensemble des symptômes morbides observés chez le malade atteint de fièvre typhoïde résulte de l'intoxication par les endo- et les exotoxines sécrétées par le bacille. Le traitement spécifique de la fièvre typhoïde exige donc l'emploi d'un sérum aussi antitoxique que possible. Pour réaliser ce dernier il est nécessaire d'obtenir des cultures ayant acquis le maximum de toxicité.

De nombreux auteurs, Beumer et Peiper, Klemperer et Levy, Sanarelli, Brieger, Kitasato et Wassermann, Chantemesse, Pfeiffer et Kolle, Rodet et Lagriffoul, Besredka, etc., ont étudié la question de la sérothérapie antityphoïdique.

Je résumerai ici le résultat des expériences que j'ai faites sur le même sujet.

L'ensemencement du bacille typhique soit à l'air, avec ou sans ventilation continue, soit en anaérobiose, dans les milieux usuels, ou bien dans le sérum humain ou équin, dans la bile, dans le bouillon de cerveau, de foie, etc. fournit des cultures plus ou moins riches, mais, en vérité, d'une toxicité modérée. Seule, la culture en macération filtrée et peptonée d'intestin de lapin nous a donné une culture assez toxique. D'une manière générale, la toxicité des cultures est plus marquée lorsque ces cultures restent alcalines.

L'injection au lapin et au cobaye des cultures en milieux ci-dessus permet d'obtenir un sérum fortement agglutinant, mais son pouvoir protecteur contre un virus actif a été peu marqué.

Par la culture *in vivo*, nous avons essayé de renforcer le pouvoir toxique et pathogène du bacille en le faisant passer en série dans le péritoine du lapin, avec adjonction de toxine streptococcique ([1]), ou bien en affaiblissant la résistance de l'animal à l'aide de moyens artificiels ([2]).

Les cobayes ayant reçu $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ centimètre cube de ces cultures renforcées succombent en 24 heures par septicémie. L'expérience démontre que, par ce moyen, on a beaucoup exalté le pouvoir végétatif du bacille, particulièrement pour l'espèce animale chez laquelle il a été adapté, mais on n'a pas obtenu un accroissement parallèle bien marqué de sa toxicité.

II. Dans des expériences déjà anciennes, nous avons réussi à rendre pathogènes et très toxiques des microbes saprophytes, c'est-à-dire dépourvus naturellement de tout pouvoir infectieux ([3]), en les cultivant en sacs introduits dans le péritoine, conformément à la technique déjà suivie dans les laboratoires. Par ce même moyen, nous avons cultivé le bacille typhique *en série*.

Dans ces conditions, la culture, extrêmement riche, reste alcaline. Filtrée ou centrifugée, elle se trouble par chauffage à 100°. Le bacille est petit, peu mobile.

Ces cultures sont très pathogènes pour la souris qu'elles tuent par septicémie à la dose d'une goutte, et pour le cobaye à la dose de trois à cinq

---

([1]) H. Vincent, *Soc. de Biologie*, 2 juillet 1892 et *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 25 février 1893.

([2]) H. Vincent, *Soc. de Biologie*, 4 juin 1904 et 1er juin 1907.

([3]) H. Vincent, *Sur les aptitudes pathogènes des microbes saprophytes* (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1898).

gouttes (péritoine). L'activité du bacille s'accroît surtout à partir du troisième ou quatrième passage. 1^{cm^3} de culture, injecté dans la veine d'un fort lapin ($2^{kg},700$), l'a tué en 24 heures avec les symptômes suivants : torpeur complète, parésie du train postérieur, dyspnée intense, puis ralentissement de R, hypothermie. Les ensemencements ont montré que le bacille ne s'était nullement multiplié. *L'animal était donc mort d'intoxication plutôt que d'infection.*

Transporté dans les milieux usuels et mis à l'étuve, le bacille ainsi renforcé y perd rapidement une partie de son activité. On ne peut donc, en dehors des sacs, obtenir un virus actif et de toxicité fixe.

Chez les animaux les moins résistants (souris, cobaye) l'inoculation des cultures en sac est suivie d'une multiplication considérable des bacilles. Chez les animaux plus résistants (lapin adulte) la mort résulte plutôt de l'intoxication par les produits solubles du bacille.

Après centrifugation et stérilisation par l'éther du liquide surnageant, celui-ci, qui renferme quelques rares microbes, est très toxique. Il tue la souris en 14-20 heures à la dose de 3 à 5 gouttes, et le cobaye en 30 heures, à la dose de 15 à 20 gouttes dans le péritoine.

La sécrétion abondante des toxines dans les cultures en sac est encore mise en évidence par ce fait que quelques-uns des cobayes et des lapins ayant reçu des sacs de passage, sont morts en 2 à 5 jours par intoxication due à l'exosmose de la toxine, toute autre cause devant être écartée. L'un de ces sacs, ayant tué un lapin, a été transféré intact dans l'abdomen d'un autre lapin. Celui-ci est mort en 72 heures, avec un état typhoïde et une très forte diarrhée.

La toxicité du centrifugat s'atténue assez vite, sous l'influence de l'air et de la lumière. Elle est très affaiblie à 100°. Il advient également parfois que, par suite, sans doute, de la résistance particulière de certains animaux neufs, qui possèdent peut-être des anticorps naturels, le pouvoir toxique d'une série tombe brusquement. Le passage en sac du bacille exalté, chez un animal *immunisé*, a un résultat semblable (culture moins abondante, agglutinée et très peu toxique).

III. En nous fondant sur les résultats de ces expériences et sur la constatation des propriétés protectrices et antitoxiques du sérum des lapins ayant reçu des doses progressives de cultures de passage en sac, la même méthode d'immunisation a été appliquée à des chevaux qui m'ont été prêtés en 1912 et 1913 par M. Roux, à l'Institut Pasteur, à qui j'exprime

tous mes remercîments ([1]). Les événements actuels de guerre ont interrompu ces essais, qui vont être repris.

Nous ferons connaître les résultats que peut donner l'emploi thérapeutique du sérum des chevaux ainsi immunisés ([2]).

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

G. D.

([1]) J'adresse aussi mes vifs remercîments à M. Frasey, pour son concours très obligeant.

([2]) Le sérum d'un cheval ayant succombé prématurément avant son entière immunisation a été injecté, à la dose de 25^{cm^3}, à un typhoïsant, au septième jour de sa maladie. 30 heures après, la fièvre et les phénomènes infectieux ont cessé brusquement et définitivement. Il n'y a pas eu de rechute. Nous ne tirons aucune conclusion de cet essai qui n'a pu être renouvelé, par suite d'une souillure accidentelle du sérum.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

L'Académie des Sciences vient de perdre un de ses Membres les plus aimés, et les plus dignes de l'être par la droiture de son caractère, par sa bienveillance et par sa modestie.

Notre confrère **Émile Guyou** qu'une cruelle infirmité, consécutive probablement à une chute, retenait depuis longtemps loin de nous est mort mardi dernier, 25 août, à Pleumeur-Bodou (Côtes-du-Nord), dans cette Bretagne qu'il aimait et où il était allé chercher il y a un mois, au sein de la famille de sa femme, la force de résister encore à la maladie qui le minait depuis plusieurs années et qu'il supportait avec la touchante résignation d'un marin toujours prêt à subir les événements, et à y parer sans se plaindre.

Notre confrère Guyou avait en effet servi pendant trente-trois ans dans la Marine, et il comptait dix-neuf années d'embarquement au cours desquelles il avait visité les Guyanes, les États-Unis, Cuba, la Cochinchine, la Tunisie et la Tripolitaine. Entré à l'École navale en 1860; il était en 1886 capitaine de frégate; il avait auparavant exercé, pendant deux ans, le commandement, comme lieutenant de vaisseau, de 1872 à 1874. Ce marin éprouvé était en outre un excellent professeur : de 1880 à 1886 il avait donné, à l'École navale, de brillantes leçons sur la Théorie du Navire, l'Astronomie, la Navigation; en 1884, il avait été désigné comme examinateur d'admission à cette École. En 1886, il était devenu chef du Service technique des instruments de navigation au Ministère de la Marine. Après

avoir été deux fois lauréat de l'Académie des Sciences, il était en 1894 devenu notre confrère, succédant à l'amiral Pâris. Il était depuis 1896 membre du Bureau des Longitudes, où il avait remplacé l'amiral Fleuriais.

Le commandant Guyou n'était pas le seul membre de sa famille qui ait marqué dans la Science; par son mariage avec M[lle] Clémentine Le Dantec il était le beau-frère de M. Félix Le Dantec, professeur adjoint à la Sorbonne, dont les travaux de philosophie scientifique ont une réputation méritée. Il était né à Fontainebleau le 25 décembre 1843; il avait commencé ses études au lycée de Sens; il les termina au lycée d'Orléans d'où il fut brillamment reçu à l'École navale, à l'âge de 17 ans. Dès 1881, il commençait à publier des travaux sur la stabilité des corps flottants qui ont été le prélude des beaux Ouvrages théoriques et pratiques que lui doit la Science de la navigation.

Marin de profession, habitué à manier les navires, à suivre leurs mouvements, leur façon de se maintenir et de lutter contre l'assaut des vagues dont il avait aussi étudié les mouvements, d'ailleurs ingénieux géomètre, Émile Guyou s'est appliqué à poursuivre la solution des questions qu'il étudiait, non par les méthodes analytiques, dont l'application, si pénétrante qu'elle soit, masque, pour ainsi dire, le navire ou la vague, sous les longs développements de formules mathématiques, mais par des considérations géométriques qui obligent à avoir constamment présents à l'esprit les formes qu'il s'agit de déterminer, les mouvements qu'il s'agit d'expliquer et qui sont, suivant son expression, non moins fécondes, dans cet ordre de sujets, que les méthodes analytiques.

Il a pu ainsi, d'une part, faciliter aux marins, par des démonstrations plus simples et plus claires, mais toujours exactes, l'étude des sujets utiles à leur profession qu'un exposé trop compliqué avait fait exclure de leur enseignement; et, d'autre part, porter à leur connaissance des propriétés nouvelles, d'intérêt pratique, qu'il avait eu l'occasion de rencontrer dans ses recherches. Grâce à lui la *Mécanique du navire* est devenue une science qui parle aux yeux et n'exige de celui qui veut l'étudier que des connaissances élémentaires. Dans sa *Théorie du navire* il a étudié d'une façon aussi précise que possible les lois des phénomènes mécaniques au milieu desquels les marins sont appelés à vivre afin d'arriver à formuler les règles à suivre pour s'affranchir des inconvénients qu'ils occasionnent ou pour diriger les manœuvres. Parmi les résultats obtenus dans ce travail on peut signaler la démonstration de ce fait que les mouvements du navire qui troublent les instruments délicats et provoquent le mal de mer ne sont pas, comme on

est porté à le croire, les accélérations des mouvements angulaires, mais celles du mouvement d'abaissement et de relèvement de la carène sur le profil des ondes.

On doit également à l'ingéniosité de notre Confrère de nouvelles méthodes pour la détermination de la position du navire au large, à l'aide de ce qu'on appelle les *courbes de hauteur*, et de petites Tables calculées exclusivement en vue du tracé du canevas des cartes de Mercator, sur lesquelles ces courbes sont reportées.

Enfin il a opéré tout une transformation des instruments de navigation qui n'étaient plus à la hauteur ni des progrès de la Science, ni des besoins actuels et il a publié un Ouvrage destiné à faire connaître ces instruments nouveaux et la manière de s'en servir.

Par ces divers travaux, notre Confrère s'était fait une place à part parmi les marins. Il meurt à un moment où ses connaissances profondes de navigateur et son ingéniosité auraient pu rendre de nouveaux services. Sa place était marquée, et elle aurait été brillante, si sa santé l'avait permis, dans les Commissions d'étude dont les Membres ont mis, dans les circonstances actuelles, leurs compétences spéciales au service de l'armée et de la marine et qui cherchent à résoudre, s'il se peut, les problèmes nouveaux que soulève la guerre moderne. Elles espèrent contribuer ainsi, par la Science, à assurer à nos armées la Victoire sur une nation qui prétendait dominer toutes les autres, grâce à la supériorité de sa « Kultur scientifique ».

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la réduction des formes d'Hermite dans un corps quadratique imaginaire.* Note [1] de M. G. **Humbert**.

6. *Étude d'un cas particulier.* — Pour donner un exemple de formation du domaine de réduction, supposons $D = 21$.

On trouve alors, pour fermer vers le bas le prisme (quart du prisme total), limité par les quatre plans $\xi = 0$, $\xi = \frac{1}{2}$, $\eta = 0$, $\eta = \frac{\sqrt{21}}{2}$, les sphères suivantes :

(I) $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1$ pour laquelle $\lambda = 0$ $\mu = 1$

(II) $\left(\xi - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\eta - \frac{\sqrt{21}}{4}\right)^2 + \zeta^2 = \frac{1}{16}$ » $2 + i\sqrt{21}$ 4

(1) Séance du 23 août 1915.

et

(III)	$\left(\xi-\frac{5}{22}\right)^2+\left(\eta-\frac{5\sqrt{21}}{22}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{22}$	pour laquelle	$\lambda=5$	$\mu=1-i\sqrt{21}$
(IV)	$\xi^2+\left(\eta-\frac{\sqrt{21}}{4}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{16}$	»	$i\sqrt{21}$	4
(V)	$\left(\xi-\frac{1}{3}\right)^2+\left(\eta-\frac{\sqrt{21}}{3}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{9}$	»	$1+i\sqrt{21}$	3
(VI)	$\xi^2+\left(\eta-\frac{13\sqrt{21}}{42}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{84}$	»	-13	$2i\sqrt{21}$
(VII)	$\xi^2+\left(\eta-\frac{8\sqrt{21}}{21}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{21}$	»	-8	$i\sqrt{21}$
(VIII)	$\left(\xi-\frac{9}{22}\right)^2+\left(\eta-\frac{9\sqrt{21}}{22}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{22}$	»	9	$1-i\sqrt{21}$
(IX)	$\left(\xi-\frac{4}{9}\right)^2+\left(\eta-\frac{4\sqrt{21}}{9}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{81}$	»	$4+4i\sqrt{21}$	9
(X)	$\left(\xi-\frac{1}{2}\right)^2+\left(\eta-\frac{10}{\sqrt{21}}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{84}$	»	$-20+i\sqrt{21}$	$2i\sqrt{21}$
(XI)	$\xi^2+\left(\eta-\frac{\sqrt{21}}{2}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{4}$	»	$i\sqrt{21}$	2
(XII)	$\left(\xi-\frac{1}{2}\right)^2+\left(\eta-\frac{4}{\sqrt{21}}\right)^2+\zeta^2=\frac{1}{84}$	»	$-8+i\sqrt{21}$	$2i\sqrt{21}$

Il y a, à l'intérieur ou sur les faces de II, quatre *sommets singuliers*, c'est-à-dire situés dans le plan $\zeta=0$; ce sont les points

S_1 ou $z=\frac{i\sqrt{21}}{3}$, sur les sphères (IV), (V) et (VI);

S_2 » $z=\frac{1+i\sqrt{21}}{2}$, » (X), (XI) et les plans $\xi=\frac{1}{2}$, $\eta=\frac{\sqrt{21}}{2}$;

S_3 » $z=\frac{2+i\sqrt{21}}{5}$, » (I), (II), (III) et (XII);

S_4 » $z=\frac{1+2i\sqrt{21}}{5}$, » (V), (VII), (VIII) et (XI).

On les trouve par les formules (9), en partant des formes quadratiques binaires et positives, réduites, et de discriminant 21, la réduite principale exceptée; S_1 et S_2 correspondent respectivement aux formes (3, 0, 7) et (2, −1, 11), dont ils sont les points représentatifs dans le plan analy-

tique $\zeta = 0$; S_3 et S_4 correspondent à la réduite (5, -2, 5), que représente S_3.

Le domaine de réduction s'obtient par l'adjonction au prisme II, limité vers le bas par les sphères I-XII, de ses symétriques par rapport aux plans $\xi = 0$, $\eta = 0$, et à l'axe des ζ [car les quatre sphères $(\pm\lambda, \mu)$, $(\pm\lambda_0, \mu_0)$ correspondent à ces symétries]. Pour qu'on soit certain que ce domaine est le domaine cherché, il faut, par une discussion supplémentaire, vérifier qu'aucune sphère (λ, μ) n'y pénètre : à cet effet on détermine les sommets non singuliers [1] du domaine trouvé, ainsi que la forme d'Hermite correspondant à chacun d'eux, et l'on cherche si le premier coefficient de cette forme est bien son minimum propre. La vérification se fait par un nombre limité d'opérations.

La plus longue concerne le sommet S, intersection des sphères III, IV et V : pour la forme correspondante,

$$A = 6.7^2; \qquad b_0 = 63 + 79i\sqrt{21}; \qquad C = 21.22;$$

le discriminant est 798, et il faut vérifier que, pour x et y *premiers entre eux*, on a toujours

$$A xx_0 - bxy_0 - b_0x_0y - Cyy_0 \geqq A;$$

c'est-à-dire en décomposant le premier membre en somme de normes

$$\mathfrak{N}[6.7^2x - (63 + 79i\sqrt{21})y] + 798\,\mathfrak{N}y \geqq 6^2.7^4.$$

Il suffit de considérer les valeurs de y, entières dans $\mathfrak{S}$, et dont la norme est au plus égale à $6^2.7^4 : 798$, quantité comprise entre 108 et 109; ensuite pour chaque valeur admissible de y, on donne à x les valeurs qui rendent la première norme minimum. La vérification fournit, en même temps, les valeurs de x, y, premières entre elles, pour lesquelles l'inégalité se change en égalité, d'où résulteraient des conséquences sur les transformations en elle-même de la forme (A, b, C).

7. Nous venons de voir que, parmi les sommets singuliers appartenant à II, *deux* correspondent à une même réduite. On peut ajouter, et cette remarque est générale, que ces sommets z et z' sont équivalents, c'est-

---

[1] Il y a également à faire, pour les sphères qui passent par les sommets singuliers, une vérification qu'il serait trop long d'exposer ici.

à-dire liés par une relation du type

$$z' = \frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}, \qquad (\alpha\delta - \beta\gamma = 1), \tag{10}$$

α, β, γ, δ entiers du corps $\mathfrak{S}$, *de déterminant* $+1$. Je dis en effet que tous les points (9), $\frac{r}{s}$, qui proviennent d'une même réduite, c'est-à-dire les points

$$z' = \frac{qa + (g + i\sqrt{D})b}{q}$$

(a et b entiers ordinaires et b premier à q), sont équivalents à l'un d'eux, par exemple à celui pour lequel $a = 0$, $b = 1$.

Cela tient à ce que l'idéal $[q, qa + (g + i\sqrt{D})b]$, ou (r, s), coïncide avec $(q, g + i\sqrt{D})$, ou I, comme nous l'avons déjà remarqué (n° 4); il en résulte, par un théorème plusieurs fois invoqué, que q et $qa + (g + i\sqrt{D})b$ s'expriment par des fonctions linéaires et homogènes de q et $(g + i\sqrt{D})$, à coefficients entiers dans $\mathfrak{S}$ et de déterminant $+1$.

8. *Domaine du groupe de Bianchi.* — Le domaine de réduction est aussi, dans l'espace, un polyèdre fondamental pour le groupe Γ formé par les substitutions (10). Pour l'établir immédiatement, il suffit de démontrer que deux formes d'Hermite positives réduites, dont les points représentatifs sont *dans* le domaine, ne peuvent être équivalentes sans être identiques. Or, si (A, b, C) et (A', b', C') sont ces formes, on a déjà $A' = A$, par l'égalité évidente des minima propres de deux formes équivalentes; de plus, A n'a, par la première forme, qu'une représentation propre ($x = \pm 1, y = 0$), car, s'il en avait une seconde (λ, μ), c'est que la sphère (λ, μ) passerait par le point représentatif de la forme, contrairement à l'hypothèse que ce point est *dans* le domaine, où aucune sphère (λ, μ) ne pénètre. On en conclut de suite que (A, b', C') ne peut se déduire de (A, b, C) que par une substitution du type $x, y; x + \alpha y, y$, et dès lors les inégalités (1) ne sont possibles *pour les deux formes* que si $\alpha = 0$, ce qui établit la proposition.

9. D'après le n° 7, les sommets singuliers provenant d'une même réduite sont équivalents dans Γ; dès lors, *un seul* d'entre eux est un sommet *nécessaire* de tout domaine fondamental de Γ, et l'on pourrait aisément former, dans le cas de $D = 21$, un domaine *pour* Γ n'ayant que les seuls sommets singuliers S_1, S_2 et S_3. Cela est d'accord avec des conclusions

qu'on tirerait des indications de M. Bianchi relatives au même cas particulier, et l'on en déduit aussi que notre domaine de réduction ne coïncide pas toujours avec le domaine fondamental que donnent pour le groupe Γ, dans les cas où elles aboutissent, les méthodes de l'éminent géomètre italien. C'est ce qui se produit, par exemple, si $D = 21$.

Il y a toutefois un cas intéressant où les deux domaines sont les mêmes : c'est celui où la *méthode de la symétrie* permet, à elle seule, de fermer le polyèdre. En ce cas, en effet, M. Bianchi emploie, pour la fermeture, des sphères qu'il appelle *sphères de réflexion propre ou impropre*, et qui, comme on s'en assure de suite par leurs équations (voir plus bas n° 11), sont des sphères (λ, μ).

10. *Propriétés des réduites.* — D'après la manière même dont nous avons formé le domaine de réduction, nous pouvons dire que :

1° Si la forme (A, b, C) a son point représentatif *dans* le domaine, elle est réduite, et son minimum propre est A, qui n'est obtenu que pour

$$x = \pm 1, \; y = 0;$$

2° Si le point représentatif de (A, b, C) est sur la face sphérique (λ, μ) du domaine, en dehors d'une arête et d'un sommet, le minimum propre A n'est obtenu que pour $x = \pm 1, y = 0,$ *et* $x = \varepsilon\lambda, y = \varepsilon\mu, (\varepsilon = \pm 1)$;

3° Si le point est sur l'arête commune aux sphères (λ, μ) et (λ', μ'), on a, pour A, les représentations $(\pm 1, 0)$; $(\varepsilon\lambda, \varepsilon\mu)$; $(\varepsilon\lambda', \varepsilon\mu')$, mais il peut en exister d'autres, parce que, par l'arête, peuvent passer d'autres sphères (λ, μ), non faces du domaine.

4° Si le point est le sommet commun aux sphères (λ, μ), (λ', μ'), (λ'', μ''), on a de même, *au moins*, les représentations $(\pm 1, 0)$; $(\varepsilon\lambda, \varepsilon\mu)$; $(\varepsilon\lambda', \varepsilon\mu')$; $(\varepsilon\lambda'', \varepsilon\mu'')$.

Toutes les représentations dont il est question ici sont *propres*.

11. *Correspondance des faces du domaine.* — On sait qu'elles se correspondent par des substitutions spatiales, dérivées de certaines substitutions de Γ dont l'ensemble engendre Γ. D'abord les faces planes donnent les substitutions évidentes $z' = z + 1$; $z' = z + i\sqrt{D}$; pour les faces sphériques, bornons-nous à énoncer le résultat.

A la face (λ, μ) répond une face (λ', μ'), définie par

$$\mu' = \mu; \qquad \lambda\lambda' \equiv -1 \bmod \mu,$$

d'où, pour (λ', μ'), un et un seul système de valeurs admissible, et la substitution correspondante de Γ est

$$z = \frac{\lambda z' - \frac{\lambda\lambda' + 1}{\mu}}{\mu z' - \lambda'}.$$

Les sphères de réflexion *propre* (n° 9) de M. Bianchi sont celles de nos sphères (λ, μ) pour lesquelles, μ *étant réel ou purement imaginaire*, on a $\lambda\lambda_0 \equiv 1 \bmod \mu$, λ_0 désignant toujours le conjugué de λ; pour les sphères de réflexion *impropre*, même observation, avec $\lambda\lambda_0 \equiv -1 \bmod \mu$.

On en conclut qu'à une face (λ, μ) *propre*, répond sa symétrique, également propre, par rapport à $\xi = 0$ ou à $\eta = 0$, selon que μ est réel ou purement imaginaire; à une face *impropre*, répond sa symétrique, également impropre, par rapport à $\xi = 0$ ou à $\eta = 0$, selon que μ est purement imaginaire ou réel.

Réciproquement, on établit que les seules faces qui correspondent à leurs symétriques (par rapport à $\xi = 0$ ou $\eta = 0$) sont les faces propres et impropres.

Ce sujet appellerait bien d'autres remarques; nous les laissons de côté pour revenir aux formes d'Hermite.

12. *Minimum propre et minimum effectif.* — Nous savons que, pour une *réduite* (A, *b*, C), A est le minimum *propre;* mais si l'on donne à x, y, dans la réduite, des valeurs *non premières entre elles*, la forme prend-elle nécessairement une valeur supérieure à A? Dans le champ complexe ordinaire ($D = 1$), la réponse est affirmative, parce que deux entiers non premiers entre eux ont un plus grand commun diviseur entier; elle est négative dans le champ quadratique général $i\sqrt{D}$, comme le montreraient des exemples (voir plus bas). Dès lors, on peut se poser le problème suivant :

Quelles sont, dans le corps quadratique $i\sqrt{D}$, *les formes positives réduites d'Hermite, pour lesquelles le minimum propre est le minimum effectif,* c'est-à-dire est le plus petit des entiers représentés, proprement ou non, par la forme?

Notre méthode permet de répondre à la question en construisant le *domaine* correspondant, c'est-à-dire la région de l'espace où sont situés les points représentatifs des réduites cherchées; on procédera comme pour le domaine ordinaire de réduction, mais en ajoutant aux sphères (λ, μ) les sphères *nouvelles* analogues, où λ et μ *ne sont pas premiers entre eux.*

Rappelons que la sphère (λ, μ) a pour centre, dans le plan $\zeta = 0$, le point analytique $\frac{\lambda}{\mu}$ et pour rayon l'inverse du module de μ.

13. Soit, par exemple, $D = 5$; bornons-nous toujours au prisme II, compris entre les plans $\xi = 0, \frac{1}{2}$; $\eta = 0, \frac{\sqrt{5}}{2}$, les symétries habituelles permettant d'achever la figure.

Le *domaine de réduction ordinaire*, Δ, dans II, est limité vers le bas par les sphères (de réflexion propre) :

(I) $$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1;$$

(II) $$\xi^2 + \left(\eta - \frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 + \zeta^2 = \frac{1}{4};$$

(III) $$\left(\xi - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\eta - \frac{2}{\sqrt{5}}\right)^2 + \zeta^3 = \frac{1}{20},$$

comme l'a déjà trouvé M. Bianchi ; il a un sommet singulier, $z = \frac{1 + i\sqrt{5}}{2}$.

Le *domaine cherché*, Δ_1, dans II, sera limité vers le bas par les sphères (I), (II), (III) et par la sphère *nouvelle*

(IV) $$\left(\xi - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\eta - \frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2 + \zeta^2 = \frac{1}{4},$$

qui a pour centre le sommet singulier. Naturellement, et l'observation est générale, Δ_1 n'aura pas de sommets singuliers, ceux-ci étant maintenant centres de sphères *nouvelles*.

Si du domaine ancien, Δ, on retranche Δ_1, on obtient (dans II) la région, Δ', où doit être situé le point représentatif d'une réduite *pour que le minimum propre de celle-ci ne soit pas le minimum effectif;* Δ' est limitée :

Supérieurement par la sphère (IV);

Inférieurement par les sphères (I), (II), (III);

Latéralement par les plans $\xi = \frac{1}{2}$, $\eta = \frac{\sqrt{5}}{2}$.

Plus exactement, Δ' est ce qui reste de la demi-sphère (IV) au-dessus du plan $\zeta = 0$, quand on en a enlevé tout ce qui est intérieur aux demi-sphères (I), (II), (III), et tout ce qui est d'abscisse supérieure à $\frac{1}{2}$ ou d'ordonnée supérieure à $\frac{\sqrt{5}}{2}$.

En particulier soit S le sommet de Δ' (et de Δ), intersection de (I), (II)

et (III); comme il est *à l'intérieur* de (IV), qui est la sphère $\lambda = 1 + i\sqrt{5}$, $\mu = 2$, la forme réduite d'Hermite qu'il représente prendra, pour ces dernières valeurs de λ, μ, une valeur *plus petite* que son premier coefficient, c'est-à-dire que son minimum propre.

Effectivement, les coordonnées de S étant $\frac{2}{5}, \frac{2}{\sqrt{5}}, \frac{1}{5}$, la réduite correspondante est

$$5xx_0 - 2(1 - i\sqrt{5})xy_0 - 2(1 + i\sqrt{5})x_0 y + 5yy_0;$$

et, pour $x = 1 + i\sqrt{5}$, $y = 2$, elle prend la valeur 2, *inférieure* au minimum propre 5 (premier coefficient).

Plus généralement, si une forme a son point représentatif à l'intérieur ou sur la surface de Δ', on démontre que son minimum effectif s'obtient pour

$$x = 1 + i\sqrt{5}, \qquad y = 2.$$

Des circonstances analogues se présentent dans le cas général.

M. **J. Violle** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Du rôle de la Physique à la guerre. De l'avenir de nos industries physiques après la guerre.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

*La question de l'alcoolisme à l'*Académie de Médecine. *Rapports, discussions, vœux.*

M. **A. Berget** adresse un Rapport relatif aux recherches qu'il a exécutées à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1909.

M. **Gaubert** adresse un Rapport relatif aux recherches qu'il a exécutées à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1911.

MM. L. d'Azambuja, G.-B. de Toni, Louis Jauch, Umberto Puppini adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une solution double de l'équation de Riccati.* Note [1] de M. D. Pompeiù, transmise par M. Appell.

1. Toute équation de Riccati

$$y' = Py^2 + Qy + R \tag{1}$$

peut se mettre, et cela d'une seule manière, sous la forme

$$y' = P(y - \varphi)^2 + \varphi' + \rho,$$

φ et ρ étant des fonctions de x bien déterminées. En effet, on trouve que

$$\varphi = -\frac{Q}{2P}, \tag{2}$$

et ρ se détermine ensuite en fonction de φ et des coefficients de (1).

Si la fonction ρ est identiquement nulle,

$$\rho(x) \equiv 0,$$

la fonction $\varphi(x) = -\dfrac{Q}{2P}$ est une solution de (1).

Des considérations qu'il serait trop long d'exposer ici [2] conduisent à compter comme *double* la solution $\varphi(x)$. Et, en effet, on peut remarquer que : 1° tandis que dans le cas général il faut connaître *deux* solutions de (1) pour que l'intégration s'achève par une quadrature, ici la connaissance de la seule solution $\varphi(x)$ suffit pour que l'intégration s'achève par *une* quadrature : on le voit facilement en posant $y = \varphi + z$; 2° tandis que dans le cas général la solution générale $y(x)$ de (1) est fonction de *trois* solutions particulières et s'exprime par la relation

$$\frac{y - y_0}{y - y_2} = c\,\frac{y_1 - y_0}{y_1 - y_2}$$

(où y_0, y_1, y_2 sont trois solutions particulières et c la constante arbitraire) ;

---

(1) Séance du 23 août 1915.

(2) Ces considérations seront développées dans un Mémoire *Sur les solutions multiples des équations différentielles.*

dans le cas d'une solution *double* on a

$$\frac{1}{y-y_0} = \frac{1}{y_1-y_0} + c,$$

en désignant par y_0 la solution double, par y_1 une autre solution particulière et par c la constance arbitraire.

2. Je vais donner maintenant une propriété de la solution double, mais j'ai besoin pour cela d'introduire une notion relative aux familles de courbes planes.

On sait que, lorsque les courbes intégrales d'une équation différentielle

$$y' = f(x, y)$$

forment une famille de courbes parallèles, on peut effectuer l'intégration par une quadrature [GOURSAT : *Cours d'Analyse mathématique* (2e éd.) t. II, p. 344, exercice 10].

Il est facile de voir que, laissant de côté le cas banal d'une famille de droites parallèles (et encore dans ce cas l'équation de Riccati est dégénérée), *l'équation* (1) *ne saurait définir une famille de courbes parallèles.*

Mais on peut généraliser la question de la manière suivante :

Lorsque des courbes forment une famille (dépendant d'un paramètre) et sont parallèles, leurs trajectoires orthogonales sont des lignes droites. Ainsi le parallélisme se traduit par la rectitude des trajectoires orthogonales, ou encore par le fait que les trajectoires orthogonales ont partout des points d'inflexion.

Mais au lieu de considérer l'ensemble des courbes de la famille, envisageons seulement une courbe C_0 et les courbes infiniment voisines : leur parallélisme se traduit par la rectitude ou mieux par l'inflexion des trajectoires orthogonales aux points de rencontre avec C_0.

Cela nous conduit alors à considérer le cas limite suivant :

Des courbes C forment une famille simplement infinie et sont coupées orthogonalement par les courbes T d'une seconde famille, ces courbes T n'étant pas des droites; mais parmi les C il existe une courbe C_0 telle que chacun de ses points est un point d'inflexion pour la courbe T qui y passe.

Nous dirons dans ces conditions que *la courbe* C_0 *possède le caractère du parallélisme.*

Revenant maintenant à l'équation de Riccati, on peut se demander sous quelles conditions une courbe intégrale de cette équation peut présenter le

caractère de parallélisme que nous venons de définir. Je ne donnerai pas la réponse à cette question, mais je ferai observer que, si à la condition du parallélisme on ajoute la condition que l'intégrale soit une solution *double*, alors il est facile d'établir que cette courbe ne peut être qu'une *ligne droite*.

3. Remarquons, pour terminer, que si dans l'équation (1), sous sa *forme générale*, on fait le changement de fonction

$$y = \varphi + z,$$

φ ayant la valeur (2), on est conduit à la *forme réduite*

$$z' = Pz^2 + \rho \tag{3}$$

et alors, en posant $u = \int P\,dx$, on obtient la forme normale

$$\frac{dz}{du} = z^2 + J, \qquad J = \frac{\rho}{P}.$$

Si, pour une valeur convenable de la constante d'intégration, la fonction $u^2 + J$ se réduit identiquement à *un*, la fonction $u(x)$ est une solution de (3).

STATIQUE GRAPHIQUE. — *Sur une correspondance entre les systèmes articulés de l'espace et ceux du plan.* Note [1] de M. **B. Mayor**, transmise par M. Appell.

La théorie des transformations linéaires peut être étendue aux systèmes envisagés par la Statique graphique et la résistance des matériaux. Elle conduit, comme je me réserve de le montrer dans une étude plus complète, à des applications du principe de dualité qui sont nouvelles et dont l'une, tout au moins, présente un intérêt pratique évident : tout système articulé gauche, du type ordinaire, peut, en effet, être représenté par un seul système articulé plan, d'un type un peu différent, et cela de façon que le calcul du système plan entraîne le calcul immédiat du système de l'espace.

Pour établir cette propriété, choisissons, tout d'abord, un complexe linéaire Γ dont l'axe coïncide avec l'axe Oz d'nn système coordonné rectangulaire et dont le paramètre a ne soit ni nul ni infini. Avec M. Lazzeri et dans le but de simplifier le langage, convenons d'appeler *antiprojection* d'un vecteur V, la projection, sur le plan des xy, du conjugué de ce vecteur par rapport au complexe Γ. Cette antiprojection V'

[1] Séance du 23 août 1915.

est définie dès que l'on connaît ses composantes X' et Y' sur les axes Ox et Oy, ainsi que son moment par rapport à Oz, moment que, contrairement à l'usage, nous désignerons par Z' au lieu de N'. Ces quantités, qu'on peut appeler les coordonnées de V', sont liées aux projections X, Y et Z de V par les formules [1]

$$(I) \qquad X' = -X, \qquad Y' = -Y, \qquad Z' = aZ,$$

qui interviendront constamment dans la suite.

Ces préliminaires posés, envisageons un système articulé gauche S possédant m barres et n nœuds, h de ces nœuds étant assujettis à glisser sans frottement sur des surfaces données. Désignons, d'une manière générale, par X'_i, Y'_i, Z'_i les coordonnées, par rapport aux axes déjà choisis, de l'antiprojection F'_i de la force extérieure F_i qui sollicite l'un quelconque, P_i, de ces nœuds. Soient ensuite A'_{ik}, B'_{ik}, C'_{ik} les coordonnées de l'antiprojection V'_{ik} d'un vecteur admettant pour ligne d'action l'axe de la barre l_{ik} qui réunit les nœuds P_i et P_k, pour sens celui qui va de P_i à P_k et pour intensité un nombre arbitrairement choisi V_{ik}. En admettant, enfin, que P_r représente un nœud assujetti à rester sur une surface donnée, nous désignerons par A'_r, B'_r et C'_r les coordonnées de l'antiprojection V'_r d'un vecteur dont l'intensité et le sens sont arbitraires, mais qui est porté par la normale au point P_r de la surface correspondante.

Dans ces conditions, les règles de la Statique permettent, en tenant compte des formules (I), de faire correspondre à tout nœud libre, tel que P_i, trois équations de la forme

$$(II) \qquad \left\{ \begin{aligned} X'_i + \sum_i T'_{ik} \frac{A'_{ik}}{V'_{ik}} &= 0, \\ Y'_i + \sum_i T'_{ik} \frac{B'_{ik}}{V'_{ik}} &= 0, \\ Z'_i + \sum_i T'_{ik} \frac{C'_{ik}}{V'_{ik}} &= 0, \end{aligned} \right.$$

et à tout nœud assujetti à une liaison, trois équations du type

$$(III) \qquad X'_r + R'_r \frac{A'_r}{V'_r} + \sum_r T'_{rs} \frac{A'_{rs}}{V'_{rs}} = 0, \qquad \ldots,$$

dans lesquelles T'_{ik} et R'_r représentent les projections, sur le plan des xy,

---

[1] B. MAYOR, *Statique graphique des systèmes de l'espace* (Gauthier-Villars), p. 49.

de la tension engendrée dans la barre l_{ik} et de la réaction exercée sur le nœud P_r, tandis que le symbole $\sum_i$ indique une somme dont les termes correspondent aux diverses barres issues du nœud P_i.

En exprimant ensuite que l'allongement, supposé infiniment petit, d'une barre quelconque l_{ik} est proportionnel à la tension qu'elle subit, on obtient m équations de la forme

$$A'_{ik}(\delta x_i - \delta x_k) + B'_{ik}(\delta y_i - \delta y_k) - C'_{ik}\frac{\delta z_i - \delta z_k}{a} = T'_{ik}\mu_{ik}\frac{V^2_{ik}}{V'_{ik}},$$

dans lesquelles δx_i, δy_i et δz_i représentent les projections du déplacement du nœud P_i, et μ_{ik} un coefficient qui caractérise la barre l_{ik} au point de vue de l'élasticité et que nous appellerons son *module*.

Comme, d'autre part, le nœud P_r se déplace sur la surface correspondante, on peut encore écrire h relations de la forme

$$A'_r\,\delta x_r + B'_r\,\delta y_r - C'_r\frac{\delta z_r}{a} = 0.$$

Si l'on pose, enfin,

$$\text{(IV)}\qquad \delta x_i = -\eta'_i\,\delta\omega'_i, \qquad \delta y'_i = \xi'_i\,\delta\omega'_i, \qquad \delta z_i = a\,\delta\omega'_i,$$

ces dernières équations prennent respectivement les formes suivantes :

$$\text{(V)}\quad A'_{ik}(\eta'_k\,\delta\omega'_k - \eta'_i\,\delta\omega'_i) + B'_{ik}(\xi'_i\,\delta\omega'_i - \xi'_k\,\delta\omega'_k) - C'_{ik}(\delta\omega'_i - \delta\omega'_k) = T'_{ik}\mu_{ik}\frac{V^2_{ik}}{V'_{ik}}$$

et

$$\text{(VI)}\qquad A'_r\eta'_r - B'_r\xi'_r + C'_r = 0.$$

Comme les équations (II), (III), (V) et (VI) sont au nombre de $3n + m + h$, elles permettent, dans tous les cas où le système S remplit les conditions qui autorisent son emploi dans l'art de la construction, de déterminer les tensions des barres et les réactions des liaisons; de plus, par l'intermédiaire des formules (IV), dont l'interprétation géométrique est immédiate, elles donnent encore les déplacements de tous les nœuds.

Considérons alors un système articulé S′, entièrement contenu dans le plan des xy et constitué de la manière suivante :

Sur la ligne d'action de chaque vecteur tel que V'_{ik}, choisissons deux points, P'_i et P'_k, astreints à la seule condition que le sens qui va de P'_i à P'_k soit précisément celui de V'_{ik} et supposons que ces points limitent une barre l'_{ik} appartenant à S′ et caractérisée par un module μ'_{ik} vérifiant la

condition

$$\mu'_{ik} V'^2_{ik} = \mu_{ik} V^2_{ik}.$$

A toute barre de S correspond ainsi une barre de S', tandis qu'à un même nœud P_i du premier système correspondent autant de points distincts P'_i qu'il y a de barres aboutissant à ce nœud. Admettons alors que tous ces points P'_i se confondent avec les centres d'une série d'articulations, à l'aide desquelles on attache les barres correspondantes de S' à une même plaque (P'_i), infiniment mince, mais absolument rigide et de forme arbitraire. Dans ces conditions, aux n nœuds de S correspondent dans S' un même nombre de plaques (P'_i), qui peuvent se superposer en partie, mais que nous supposerons libres de se déplacer les unes par rapport aux autres, dans la mesure où le permet l'élasticité des barres qui les réunissent. Admettons, enfin, que toute plaque (P'_r), qui correspond à un nœud non libre de S, soit assujettie à la liaison suivante : un point, invariablement lié à cette plaque et choisi d'une façon quelconque sur la ligne d'action de V'_r, est astreint à glisser sans frottement sur une courbe située dans le plan des xy et normale à cette ligne d'action.

Le système S' constitué de la sorte représente complètement, au point de vue de la Statique graphique, le système S. On vérifie bien facilement, en effet, que les équations dont dépend le calcul de S' deviennent rigoureusement identiques aux équations (II), (III), (V) et (VI) lorqu'on suppose chaque plaque (P'_i) sollicitée par une force extérieure représentée par F'_i. Les quantités T'_{ik} et R'_r représentent alors les tensions des barres et les réactions des liaisons; de plus, ξ'_i et η'_i sont les coordonnées du point autour duquel s'opère la rotation de la plaque (P'_i) à la suite de la déformation causée par les forces extérieures, tandis que $\delta\omega'_i$ donne la grandeur de cette rotation.

Il convient encore d'ajouter que si l'on peut, comme cela résulte de ce qui précède, faire correspondre à tout système du type de S une infinité de systèmes S', en revanche à un système S' quelconque ne correspond, en général, aucun système S.

PHYSIQUE. — *Stéréo-radioscopie. Procédés nouveaux.* Note (¹) de M. **Gibon**.

La radiographie et la radioscopie aident le chirurgien dans son diagnostic, lui donnent des indications pour l'opération à faire; l'extraction de *corps*

(¹) Séance du 17 août 1915.

étrangers (projectiles) est facilitée par divers procédés de *localisation* (compas de Hirtz, de Massiot, triangulations diverses, etc.).

Pourtant rien ne vaut la *stéréoscopie*, c'est-à-dire la vue du *véritable relief*.

La *stéréo-radiographie* se fait en prenant deux clichés radiographiques sous un angle différent : en employant deux ampoules ou la même ampoule dans deux positions différentes, ou encore en déplaçant le corps ou le membre à radiographier, ou en faisant légèrement pivoter le corps du blessé, le reste du mécanisme restant dans la même position.

Les clichés ou les épreuves obtenues sont examinés avec un stéréoscope à miroirs (stéréoscope de Wheatstone ou de Cazes) ou avec un prisme devant un œil; on pourrait aussi réduire les clichés de grand format et voir quand même en grandeur réelle des positifs réduits au format 6×13, dans les stéréoscopes et vérascopes ordinaires des photographes.

Mais en temps de guerre, quand les blessés sont nombreux, le plus utile serait la *radioscopie stéréoscopique*, qui, à ma connaissance du moins, n'a jamais encore été pratiquée, le procédé des *réseaux* ayant à peine été essayé aussi bien en photographie qu'en radioscopie.

Voici un procédé nouveau réalisable immédiatement avec le matériel actuel en employant deux ampoules (ou une ampoule à deux anticathodes) et un *diaphragme* placé entre les *ampoules* et le blessé.

Ce diaphragme est composé de feuilles de métal imperméables aux rayons X, sauf par une *fenêtre* de largeur variable.

Les rayons X partis de l'ampoule A_1 traversent la fenêtre du diaphragme, le corps du blessé et viennent former sur l'écran au platinocyanure une image en B_1, tandis que les rayons X partis de A_2 viennent former une image en B_2. Les deux projections un peu dissemblables forment un *couple stéréoscopique* qu'il suffit de regarder dans un stéréoscope ordinaire ou, si les images sont grandes, dans le stéréoscope à miroirs. Le *relief* obtenu paraît vu du côté des ampoules. Il est proportionnel à l'écartement des ampoules et à la distance du diaphragme à l'écran.

Avec un diaphragme réglable, *juxtaposer* sur l'écran les deux images de la partie intéressante pour le chirurgien, qui peut voir ainsi la place du *projectile ou la forme de la fracture* et localiser l'observation sur ce point spécial.

La largeur maximum de la fenêtre du diaphragme métallique (toujours inférieure à l'écartement des deux anticathodes A_1, A_2) est proportionnelle à sa distance de l'écran.

Voici un second procédé nouveau pour voir directement en relief les images projetées par les rayons X sur l'écran fluorescent au moyen d'un écran spécial composé d'une feuille *métallique plissée* qu'on utilise avec deux ampoules de Crookes ou une seule ampoule à deux anticathodes.

Comme on le remarque sur le croquis joint à cette Note, les rayons X partis de l'ampoule A_1 (gauche) traversent le corps à radiographier, puis viennent frapper et rendre fluorescents seulement les plis *normaux* à ces rayons (plis de droite), traversant ainsi perpendiculairement une épaisseur minime de métal; mais ces rayons, prenant en enfilade les plis de gauche, trouvent obliquement une grande épaisseur de métal avant d'arriver au platino-cyanure qu'ils ne peuvent irradier. De même, l'ampoule A_2 (de droite) projette ses rayons sur les autres plis (de gauche); on a donc sur tous les plis de droite la projection des rayons X de l'ampoule A_1 et, sur les plis de gauche, la projection de l'ampoule A_2, c'est-à-dire un couple stéréoscopique formé de bandes alternées qu'il suffit de regarder dans un stéréoscope de Cazes; chacun des miroirs réfléchit seulement, l'un, tous les plis de droite, l'autre, tous les plis de gauche; chaque image semble continue et l'examen simultané donne l'habituel effet de relief.

Remarques. — Pour construire un petit écran (suffisant pour observation de membres), prendre une feuille d'aluminium, épaisseur 1^{mm} ($0^m,001$), longueur $0^m,50$ (devenant environ $0^m,20$ au plissage), hauteur à volonté ($0^m,10$ minimum), faire les plis d'environ 0,008 (8^{mm}) de largeur, ayant un angle en rapport direct avec l'écartement des deux anticathodes des ampoules. Pour une distance de $0^m,50$ de l'écran aux ampoules et un écartement de $0^m,20$, faire les angles d'environ 30°.

Dans l'observation directe (ou avec les stéréoscopes ordinaires), le relief est celui qui apparaîtrait vu du côté des ampoules; le relief est proportionnel :

1° A l'écartement des ampoules;

2° A la distance des yeux à l'écran plissé.

Il est inversement proportionnel à la distance des ampoules à l'écran.

Nota. — Avec un écran d'une matière moins transparente aux rayons X que l'aluminium (exemple le clinquant de cuivre ou d'argent), on peut employer des feuilles de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur et faire un plissage plus fin. On peut aider à annuler les rayons X nuisibles en garnissant les sommets des plis de l'écran côté ampoule d'un anti X (minium, céruse, fil de plomb, etc.).

Une troisième méthode inédite pour voir *directement en relief sur l'écran* la forme des fractures et la position des projectiles consiste à employer les deux ampoules avec *deux obturateurs doubles*, de telle manière que chaque œil ne perçoive que la projection de l'ampoule qui lui correspond.

En masquant alternativement chaque ampoule et l'œil correspondant à une fréquence d'au moins cinq fois à la seconde, on obtient l'impression d'une image en relief unique et continue, grâce à la persistance de l'impression rétinienne et aussi grâce à une petite *persistance de la fluorescence* de l'écran au platinocyanure.

L'obturation convenable peut s'obtenir par un très grand nombre de procédés :

1° Par disques ajourés tournants commandés par le même axe (genre cinématographe);

2° Par balancement d'un double secteur opaque commandé par un métronome;

3° Par des obturateurs de photographie commandés par un flexible;

4° Par commande électrique, l'obturateur d'observation commandant le courant lancé alternativement dans chacune des ampoules des anticathodes;

5° Par verres de couleurs complémentaires qui sélectionnent les images destinées à chaque œil (genre des anaglyphes).

GÉOLOGIE. — *Sur quelques fossiles des Pyrénées.* Note (¹) de M. **P.-W. Stuart-Menteath.**

Par une carte des *Comptes rendus* de 1894 et par 55 coupes et deux cartes, des Bulletins de *Biarritz-Association*, envoyées ci-jointes, j'ai essayé de spécifier la portée des fossiles, déterminés surtout par M. Douvillé, qui pourront suppléer à la pénurie croissante de pareilles preuves de la structure des Pyrénées.

Les *Scolithia* signalés en 1894 abondent dans le grès souvent quartzeux de la côte sur plus de 40^{km} à l'ouest de Biarritz et se trouvent sur les surfaces intérieures des couches de ce grès, qui a donné des *Assilina* reconnues par Munier-Chalmas et d'autres Nummulites reconnues par M. Douvillé. Ces couches plongent à 15° vers l'Océan à Fontarabie et reposent sur un calcaire rosé donnant *Ammonites gollevillensis* et *fresvillensis*, avec une centaine de mètres de Flysch intermédiaire qui se retrouve depuis Biarritz jusqu'à Gan entre le Danien et l'Éocène. Le tout surmonte deux plis surbaissés dont la base est du Lias et le sommet du Callovien, couronné par le marbre à Caprines du Cénomanien, entre la côte et les montagnes, en preuve visible d'une succession régulière. La supposition du contraire a servi à appuyer des paradoxes tirés de la citation de *Scolithia* dans le grès côtier de Santander, attribué au Dévonien malgré la carte de l'Espagne et les doutes de M. Barrois.

Sur une autre extension de 40^{km} des Pyrénées, l'utilité des fossiles est également démontrée. Par une carte déjà citée j'ai précisé le problème en dessinant la longue crête de Saint-Joseph-de-Larrau comme Cénomanien, d'après les fossiles reconnus par M. Douvillé il y a 20 ans, et en laissant dans le Paléozoïque la crête parallèle au nord entre Larrau et Bostmendi. Quatre mois de nouvelles explorations m'ayant donné la faune de Saint-Joseph dans cette dernière crête, et fourni son raccordement avec le Cénomanien déjà admis et cartographié à Salhagaigne et au sud de Licq, j'ai cru pouvoir transférer cette crête du Paléozoïque au Crétacé comme j'avais pu

(¹) Séance du 12 juillet 1915.

transférer le Saint-Joseph du Cambrien au Crétacé il y a 20 ans. La faune trouvée consiste en nombreuses radioles de *Cidaris*, débris de carapace de Crabe, *Exogyres* digités, spéciales au calcaire de Saint-Joseph, Serpules qui caractérisent tout le Cénomanien de la région et Polypiers que M. Douvillé a attribués au Crétacé. Et seulement dans une pointe de calcaire, largement séparée de la bande en question, j'ai trouvé comme seuls indices du Paléozoïque un *Goniatites Baylei* Leym. et des fragments d'Encrine à facies anciens. Des fossiles paléozoïques sont signalés dans les passages du Cénomanien au conglomérat, aux Eaux-Chaudes, Saint-Joseph, Béhérobie, et ailleurs; mais ici leur situation est à part. On a attribué dernièrement la bande crétacée au Trias, au sud de Licq, mais sans un seul fossile. Ce serait placer le sommet du Trias au-dessous du conglomérat permien qui en contient des blocs, et prouver par un nouveau paradoxe la nécessité de la recherche des fossiles, dont les détails lithologiques confirment le témoignage.

Car le conglomérat, qui repose partout sur le dos ondulé du Cénomanien dont j'ai dégagé partout les fossiles, est toujours attribué au Permien d'après la Carte de Charpentier de 1826; et le calcaire qui forme visiblement sa base est figuré comme superposé, à Esterençuby et ailleurs, depuis que l'âge crétacé de ses fossiles est devenu indéniable sur ces points. L'importance des fossiles de Saint-Joseph et de la bande parallèle au Nord, c'est que des blocs de leur calcaire fossilifère, ainsi que de l'ophite qui l'a pénétré, se trouvent à tous les niveaux du conglomérat. De Lapparent a présenté, en 1898, ma conclusion que Charpentier avait raison en classant ce conglomérat comme identique avec celui d'Iholdy, qui présente 300^{m} d'épaisseur, sur le dos ondulé d'un calcaire dont j'ai extrait *Ammonites Hugardi* et *Belemnites* cf. *minimus*, reconnus par M. Douvillé, pendant que M. Fournier a reconnu la même faune albienne dans sa continuation à Saint-Esteven. Ce conglomérat est encore confondu avec le Trias sur la Nivelle et ailleurs, en attribuant au Lias le calcaire dont les fossiles sont tantôt du Callovien et tantôt du Cénomanien, d'après tous les experts qui les ont vérifiés. C'est toujours le *sommet* de la série qui a subi l'érosion qui a produit le conglomérat. Le vrai Permien présente un conglomérat quartzeux très différent, ou bien son absence absolue. La recherche des fossiles confirme d'ailleurs l'absence du bourrelet de Paléozoïque figuré comme cambrien sur la Carte de 1890 et comme antépermien plus tard. En suivant depuis Esterençuby jusqu'à la forêt d'Iraty la superposition constante du conglomérat au calcaire crétacé fossifère, on

voit exactement répétés les bossellements de ce calcaire qu'on peut suivre depuis la rivière de Licq jusqu'à leur couronnement par le conglomérat dans le haut sommet des *Rochers*.

Le surgissement du calcaire cénomanien dans l'intérieur des massifs, constitués par le conglomérat qui passe au Flysch, a fait figurer des pics comme couronnés par des lambeaux de Jurassique flottant sur la couverture qui les enveloppe. Pas à pas, sur les exemples cités de ce phénomène, j'ai pu constater que le Crétacé à *Cidaris* des sommets des pics Bégousse, Arguibèle et Lacaque descend sans discontinuité dans le fond des gorges qui coupent ces pics, et que le conglomérat monte, avec le Flysch, jusque auprès des sommets, le Jurassique restant au-dessous en noyau. Dans les fonds de toutes les gorges jusqu'à Baigorry, on peut vérifier la même relation, notamment au sud d'Aincille, où le calcaire plonge sous le conglomérat pour ressurgir à Esterençuby. Ici, les deux roches montent sur le massif de Valcarlos, qui, exactement comme le massif d'Arrieta au Sud, est couronné par le Crétacé à 900^{m} au-dessus du dos de leur Silurien enfoui; que ce Silurien flotte sur le Crétacé, c'est la dernière conséquence logique de l'erreur d'un géologue suisse. D'autre part le conglomérat d'Iholdy ayant été considéré à tort comme permien, on ne peut en conclure que le granite dont il renferme des blocs soit antépermien.

Chargé par Hébert et Munier-Chalmas de l'étude de l'Éocène de Gan et Bos d'Arros, j'ai pu présenter les résultats avec l'obligeant concours de M. Douvillé, dans les *Comptes rendus* de février 1913, en les complétant par deux revisions récentes qui lui ont fourni les mêmes fossiles. L'âge miocène du Poudingue de Palassou est reconnu par M. Bresson dans la plus récente Carte, et sa terminaison à Ercos n'est plus confondue avec le Trias, pendant que mes fossiles de Saint-Lon, reconnus comme du Cénomanien et nullement du Tertiaire, complètent les preuves que le Crétacé bitumineux, jusqu'au niveau de l'*Ostrea macroptera*, est en soubassement entre Dax, Orthez et les montagnes, comme également en Guipuzcoa.

THÉRAPEUTIQUE. — *Gymnastique respiratoire et ses effets thérapeutiques : le spiroscope.* Note [1] de M. J. **Pescher**, présentée par M. Charles Richet.

L'appareil que j'ai imaginé pour pratiquer la gymnastique respiratoire se compose (voir figures) d'un réservoir à eau, en métal émaillé, servant de logement et de support à un flacon gradué de 3 litres [2], muni de deux tubulures. Ce flacon fermé hermétiquement par un bouchon porte, raccordée à sa tubulure inférieure par un manchon en caoutchouc, une petite boîte comportant une chambre intérieure ouverte vers le haut, en communication permanente avec le flacon, avec l'air extérieur et avec le tube d'insufflation. A celui-ci est adapté un robinet gradué destiné, suivant indications, à intensifier l'exercice.

Le *fonctionnement* est des plus simples (voir *fig.* 1, 2, 3 et légendes). Le sujet, en soufflant par le tube, fait tomber dans le réservoir un volume d'eau du flacon, égal au volume d'air insufflé; comme toute insufflation est précédée pratiquement d'une inspiration au moins égale, on comprend qu'il est facile de diriger l'entraînement avec l'intensité progressive qu'on veut.

La lecture du tracé pneumographique (*fig.* 4) montre que l'exercice respiratoire par le spiroscope possède des qualités physiologiques très particulières : elles donnent la raison de son efficacité et permettent d'interpréter les résultats très remarquables qu'ont obtenus tous les médecins qui ont employé la nouvelle méthode; voir : Souligoux, Ombrédanne, Lenormant, Savariaud (Société de Chirurgie, 3 fév. 1914).

Les *règles de l'entraînement* ont été exposées ailleurs [3].

L'observation des faits montre avec évidence que la spiroscopie amplifie la respiration et améliore l'hématose. Elle augmente par là même la vitalité de l'organisme tout entier. On conçoit dès lors combien est vaste le chapitre de ses *indications*.

---

[1] Séance du 23 août 1915.

[2] La dose de 3 litres est loin de représenter la capacité respiratoire normale d'un adulte sain; mais, s'adressant à des sujets en état ordinaire de défectuosité respiratoire et en tant qu'exercice devant être souvent répété, elle est amplement suffisante pour tous les cas.

[3] *Bulletin de la Société de Thérapeutique*, n° 11, juin 1914.

Le *spiroscope* et son fonctionnement.

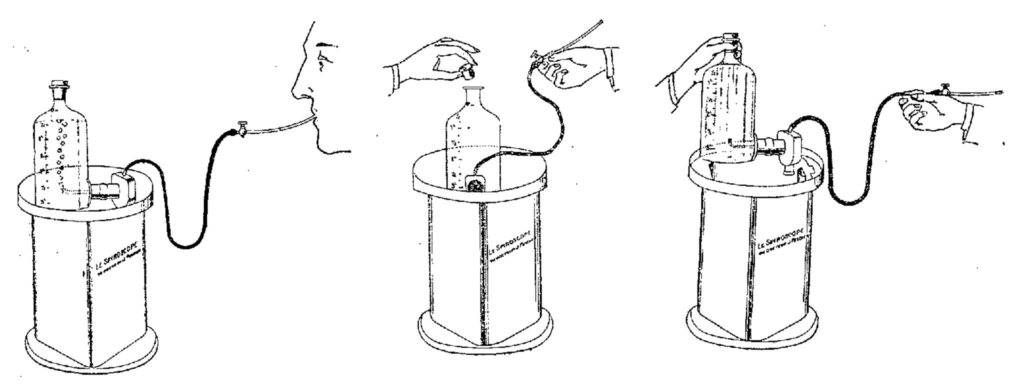


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. — Le spiroscope en fonctionnement. — Le sujet, soufflant dans le flacon par le tube spiroscopique, voit sa respiration par l'échappement des bulles. L'eau déplacée tombe dans le réservoir.

Fig. 2. — Le flacon spiroscopique se remplit de lui-même en quelques secondes. — Le flacon spiroscopique ayant été vidé par un ou plusieurs exercices, suivant les doses prescrites, *on enlève le bouchon*, on met le flacon en bonne place, il plonge de lui-même et se remplit en quelques secondes.

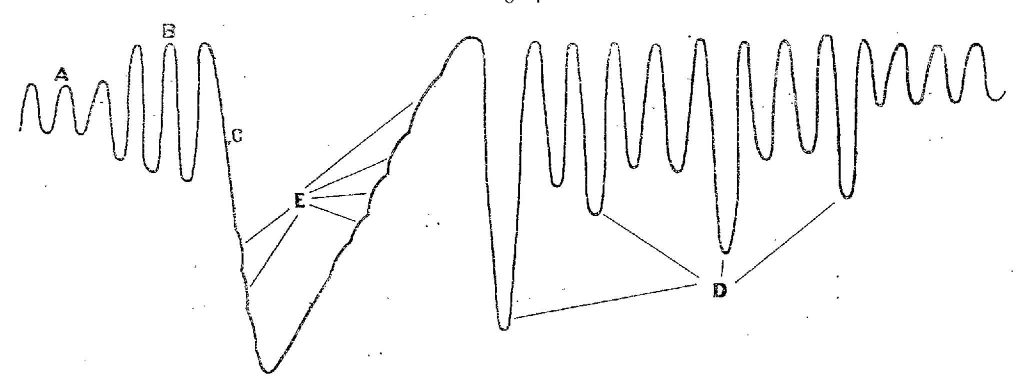
Fig. 3. — Le spiroscope prêt à fonctionner. — Le sujet, *ayant replacé le bouchon*, tenant d'une main le tube spiroscopique et le *pinçant* pour empêcher le siphon de s'amorcer, a, de l'autre main, soulevé le flacon en le prenant par le goulot et le remet en place en haut du réservoir.

LA RESPIRATION PENDANT LES EXERCICES. (Tableau schématique.)

Tableau pneumographique pris avec l'appareil de Marey dans le laboratoire du Dr Paul Carnot.

Les lignes descendantes représentent les inspirations.

Fig. 4.



A. Respiration normale.
B. Respiration amplifiée instinctive avant l'insufflation.
C. Grande inspiration *volontaire* avant l'insufflation.
D. Grandes inspirations compensatrices *réflexes* (soif d'air) après l'insufflation.
E. Inflexions traduisant le *travail organique* (muscles respirateurs et élasticité du poumon) pendant les inspirations et les expirations pour pousser celles-ci jusqu'au bout.

Chez les *enfants*, à poitrine rétrécie et respirant mal, on arrive, en quelques semaines, par un entraînement méthodique (d'autant plus facile que les enfants s'en amusent comme à un véritable jeu) à doubler la capacité respiratoire. Chez un grand nombre d'enfants l'état a été ainsi complètement transformé.

A ce point de vue, la spiroscopie, en aérant et en fortifiant le poumon, constitue un des meilleurs moyens prophylactiques à opposer à la *tuberculose*. Mêmes bons résultats dans la *pleurésie*, dans *l'emphysème juvénile* post-inflammatoire (voir observations détaillées in *Bull. Soc. méd. des Hôpitaux*, séance du 18 avril 1913).

Il va sans dire que, quand on a affaire à des sujets dont le parenchyme pulmonaire est fragile, il faut procéder avec prudence. On commence l'exercice par des doses faibles; on suit son malade de près et l'on ne fait un pas en avant qu'à bon escient. En agissant ainsi depuis plusieurs années et en opérant sur un nombre considérable de malades, nous n'avons pas observé le moindre incident.

Dans *l'emphysème atrophique* des vieillards par défaut d'exercice et respiration ralentie, nous commençons l'entraînement par l'expiration seule. Nous n'avons pas vu de malade qui n'ait été grandement soulagé par ses exercices.

Traité par ce moyen depuis 15 mois, un malade gravement atteint de *bronchite* avec *emphysème*, et menacé d'asystolie, a pu se maintenir sans crises et vaquer à ses occupations ordinaires.

Le spiroscope nous a appris que les *nerveux* ont tous du rétrécissement du champ respiratoire. Ils respirent *à la dérobée*, furtivement et incomplètement. En se rendant compte *de visu*, par l'échappement des bulles, des défectuosités de leur respiration, ils font d'eux-mêmes leur éducation respiratoire et améliorent très vite leur état.

De nombreux malades de toutes catégories sont traités actuellement avec succès par la nouvelle méthode à l'hôpital Jules Richard, où une salle spéciale a été aménagée, et à l'hôpital Ritz.

A ce dernier hôpital on entraîne surtout des *blessés de guerre*. Un officier atteint de plaie pénétrante de poitrine a commencé ses exercices par des insufflations d'un demi-litre. Il vide actuellement (3 semaines après) la totalité du flacon, et son état général s'est amélioré.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les différences d'aspect du tissu adipeux produit par histolyse chez certains Orthoptères.* Note [1] de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans une précédente Communication [2], j'ai signalé la formation d'un tissu adipeux secondaire chez des Orthoptères pentamères et j'ai émis

[1] Séance du 23 août 1915.

[2] Séance du 9 août 1915.

quelques hypothèses sur les causes qui semblent produire les différences d'aspect de ce tissu.

En plus de la forme en nappe et de la forme en cordon, le tissu graisseux provenant de la transformation des muscles peut ressembler à s'y méprendre à de grandes cellules adipeuses isolées possédant un ou plusieurs noyaux. Dans la majorité des cas, il y a production de ces pseudo-cellules lorsque les fibres musculaires, profondément altérées, commençaient à se fragmenter au moment où intervient l'action de la diastase qui doit effectuer la transformation graisseuse.

En outre, au cours de la transformation des muscles en cordons adipeux, il peut arriver que la production de ces derniers soit en quelque sorte fragmentée. A la formation d'un cordon plus ou moins long succède alors celle de quelques cordons rudimentaires possédant absolument l'aspect de grandes cellules adipeuses à un seul ou à plusieurs noyaux. Puis, il y a de nouveau apparition d'un cordon proprement dit. Cette alternance peut se produire à différentes reprises.

Il est nécessaire d'ajouter qu'il existe un processus de transformation adipeuse moins compliqué que tous ceux que j'ai signalés jusqu'ici. En effet, il arrive parfois que la dégénérescence s'effectue sans qu'il y ait formation de nappes, de cordons ou de pseudo-cellules. On assiste au changement du muscle en graisse sans constater de modification apparente dans le contour du faisceau musculaire. Dans ce cas, on est en présence de la dégénérescence graisseuse sous sa forme la plus simple. La graisse ainsi formée ne tarde point d'ailleurs à être détruite par dissolution humorale. On assiste, pour ainsi dire, à sa disparition graduelle en examinant certaines séries de coupes. A sa place il ne reste bientôt plus qu'une sorte de trame, sous l'aspect d'un tissu réticulé que la dissolution humorale ne tarde pas à faire disparaître à son tour. Lorsque la dégénérescence graisseuse s'effectue de cette façon, il semblerait qu'il y ait antagonisme immédiat entre l'action de l'enzyme que nous supposons devoir opérer la transformation adipeuse et l'action du liquide cavitaire. Ce dernier, qui, dans nombre de cas, dissout le tissu adipeux secondaire, joue aussi un rôle très important dans la destruction directe des vieux muscles.

Dans ma précédente Communication j'ai émis l'hypothèse de la persistance probable, dans la région coxale des Orthoptères dont il s'agit, d'une certaine partie du tissu adipeux provenant de la transformation des muscles. Ce qui me porte à penser ainsi, c'est que des appendices dont la régénération est à peine terminée, et qui ont partiellement conservé, après la mue

qui vient de les libérer, l'enroulement en spirale dont la disparition ne doit avoir lieu qu'un peu plus tard, possèdent déjà dans leur cavité coxale quelques plages ou quelques cordons de tissu adipeux. Par leur aspect et par leur situation, ces cordons et ces plages sont tout à fait semblables



Transformation du tissu musculaire en tissu adipeux chez le Raphidère rugueux (*Raphiderus scabrosus* Serv., famille des Phasmides). — *r*, muscle; *e*, cordon adipeux. (Cliché A. Cintract.)

à ceux qu'on observe dans la région supérieure du moignon coxal des appendices en voie de régénération, au moment où s'opère la transformation des muscles.

S'il est légitime de supposer que la transformation en question est effectuée par l'action d'une enzyme contenue dans le tissu adipeux pri-

maire, il convient aussi d'ajouter que l'action du ferment semble, dans certains cas, être secondée par des actions mécaniques. Des tractions interviennent et paraissent capables de produire une sorte d'effilochage ou d'effrangement des muscles qui jouerait un rôle d'une certaine importance dans la formation du réticulum du tissu adipeux. J'ai pu démêler, en grande partie, les causes auxquelles sont dues ces tractions; mais il serait trop long d'aborder ce sujet ici. Il me sera donné de le faire dans un travail d'ensemble qui paraîtra sous peu.

Je poursuis actuellement des recherches afin de fixer, avec le plus de précision possible, le moment où débute le processus de transformation adipeuse. Je puis déjà dire que, si l'autotomie est opérée peu de temps avant l'époque d'une mue, il ne se produira au cours de cette dernière aucun des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui assurent la régénération. Tout se bornera à un simple processus de cicatrisation après un déblaiement des bords de la plaie qui sera effectué par des amibocytes.

Ce ne sera qu'au moment de la période préparatoire de la mue qui viendra en second lieu, et par conséquent dans le cas seulement où l'orthoptère n'aurait pas encore atteint le stade nymphe, que se produiront les phénomènes proprement dits d'histolyse et d'histogenèse.

Ainsi que je l'ai déjà dit, ces phénomènes ne se manifestent réellement que si les muscles et autres tissus appelés à disparaître ont préalablement subi le début d'altération qui semble dû avant tout à l'absence d'excitation fonctionnelle. C'est pendant la période de jeûne qui précède immédiatement la mue que se déclanchent véritablement les phénomènes en question. Il semble donc se produire dans l'organisme, sous l'influence du jeûne, des réactions chimiques qui provoquent cette sorte de déclanchement des processus d'histolyse et d'histogenèse.

En certains points de la cavité coxale la disparition des muscles n'est pas tout à fait complète. Un certain nombre de noyaux, entourés d'un peu de sarcoplasme, échappent séparément aux processus de destruction histolytique. Il en est parmi eux qui donneront naissance aux muscles de néoformation, en des régions plus ou moins éloignées de celles où s'inséraient les fibres auxquelles ils appartenaient primitivement.

Les nerfs et les ganglions nerveux demeurés dans le moignon coxal sont appelés à disparaître. Les nerfs sont transformés en cordons adipeux et leurs noyaux, fusiformes ou ovales comme ceux des muscles, prennent la forme sphérique en augmentant considérablement de volume, lorsqu'ils deviennent les noyaux du tissu adipeux secondaire.

Quelques auteurs continuent à prétendre que la graisse ne peut se former dans un organisme aux dépens des substances albuminoïdes. D'après Rosenfeld, il conviendrait même de rejeter le terme de dégénérescence graisseuse. Il n'y aurait jamais de dégénérescence graisseuse d'un organe, quel qu'il soit, mais un simple transport dans cet organe de matières grasses puisées dans d'autres parties du corps. Les faits que je viens de signaler montrent d'une façon très nette combien sont erronées les théories du physiologiste allemand.

Le processus de la transformation du tissu musculaire en tissu adipeux au cours de la régénération des appendices semble être commun à tous les Orthoptères pentamères. J'espère le retrouver chez le *Carausius* (*Dixippus*) *morosus*. Il se pourrait même qu'il existât non seulement chez les Orthoptères, mais aussi chez un grand nombre d'autres insectes dont le développement postembryonnaire s'effectue sans métamorphoses proprement dites (insectes amétaboles et paurométaboles).

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur un type nouveau de roche granitique alcaline, renfermant une eucolite.* Note [1] de M. **A. Lacroix.**

L'exploration de quelques-uns des ravins descendant du massif d'Ambohimirahavavy (Deux-Sœurs) vers la baie d'Ampasindava [2] m'a permis de recueillir les documents nécessaires pour solutionner une question intéressante concernant l'histoire des granites alcalins. L'épaisse couverture forestière des crêtes du massif les rend impraticables, mais l'examen des matériaux entraînés par les cours d'eau montre qu'elles sont constituées par des sédiments liasiques, gréseux ou calcaires, en partie métamorphisés par de nombreuses roches alcalines intrusives ou filoniennes, parmi lesquelles domine un granite syénitique à ægyrine et catophorite dont la fixité de composition et de structure contraste avec la variabilité des roches qui font l'objet de cette Note.

Ces dernières peuvent être étudiées en place dans le premier ravin situé à l'ouest du village d'Ampasibitika. Ce ravin, encombré d'énormes blocs granitiques, aboutit à une falaise verticale infranchissable, d'où le ruisseau tombe en cascades; elle est constituée par une alternance de calcaires marmorisés et de cornéennes très compactes. Sur ses parois verticales apparaissent en grand nombre des filons éruptifs dont l'épaisseur varie de

(1) Séance du 30 août 1915.

(2) Nord-ouest de Madagascar, vis-à-vis Nosy bé.

quelques centimètres à plus d'un mètre. Les dimensions des blocs éboulés sur les pentes de toutes les montagnes voisines montrent que les mêmes roches y constituent des filons beaucoup plus épais.

Ces roches ont un grain très fin, parfois presque microgranitique, ou bien un grain moyen; il en existe d'autres à énormes éléments pegmatiques. Leur caractéristique commune est l'existence de quartz abondant, de feldspaths alcalins (orthose sodique ou anorthose en microperthite avec de l'albite et aussi albite indépendante), d'ægyrine, de riebeckite. La structure est variable suivant les filons; quelquefois elle est uniforme, les éléments blancs et l'ægyrine sont de petite taille et la riebeckite forme des cristaux pœcilitiques pouvant atteindre jusqu'à 1^{dm} dans les pegmatites; souvent, cette amphibole est disposée régulièrement avec son axe vertical perpendiculaire aux épontes. Enfin, il est fréquent de rencontrer des filons mixtes, ne renfermant que de l'ægyrine sur les bords et possédant alors une texture à grain fin, alors que le milieu du filon est pegmatique et riche en riebeckite.

A cette composition, il faut ajouter de petits octaèdres jaune d'or de pyrochlore et de singulières pseudomorphoses d'un minéral entièrement disparu, remplacé par du quartz et du zircon, en cristaux déchiquetés ou en agrégats sphérolitiques. Ces pseudomorphoses étant très abondantes dans des échantillons renfermant de la galène, j'avais été amené autrefois à les considérer (1) comme d'origine pneumatolitique et, pour d'autres raisons, comme résultant de la transformation de cristaux de riebeckite. Les nouveaux documents que j'ai recueillis me conduisent à leur véritable interprétation.

Elle est fournie par des filons qui sont rubanés, mais sans disposition symétrique. Ils consistent en une succession de zones à grain moyen, riches en éléments blancs (quartz et feldspaths alcalins) et d'autres, à grain fin, d'un vert clair, essentiellement constituées par de l'ægyrine, quelquefois grenue et xénomorphe, plus souvent aciculaire et antérieure aux minéraux incolores. Parfois on voit apparaître des taches bleues, dues à la substitution de la riebeckite à l'ægyrine; j'ai même observé des cas dans lesquels la riebeckite existe seule, l'ægyrine ne se présentant plus que dans les lits leucocrates. Ces roches renferment en abondance des pseudomorphoses zirconifères et quelques échantillons contiennent en outre, à l'état intact, le minéral aux dépens duquel elles se sont produites. Il est jaune brunâtre

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. 5, 1903, p. 235.

ou rose, globuleux et rhomboédrique, les sections perpendiculaires à l'axe optique unique, de signe négatif, sont triangulaires ou hexagonales. Localement, sa couleur en lames minces est d'un beau carmin : il est alors très pléochroïque avec maximum d'absorption suivant n_p. Les cristaux sont zonés, avec biréfringence variant de 0 à environ 0,009; $n_g = 1,643 \pm 0,003$. Ces propriétés sont celles du groupe *eudialyte-eucolite*, mais avec un maximum de biréfringence et une réfringence plus fortes : des essais chimiques qualitatifs sont venus confirmer ce diagnostic. La densité étant de 2,97, il semblait possible d'isoler aisément le minéral de sa gangue; malheureusement, l'ægyrine et la riebeckite sont toujours lestées par du quartz, même dans une poudre fine et aucune séparation complète n'a pu être effectuée par les liqueurs denses; il a donc fallu se résoudre à une analyse approximative.

La roche a été traitée par l'acide chlorhydrique qui attaque le minéral en donnant une gelée : le produit attaqué a la composition suivante (M. Pisani): SiO^2, 40,0; ZrO^2, 16,4; $(Ce, La, Di)^2O^3$, 22,5; FeO, 5,6; MnO, 0,1; CaO, 6,1;, Na^2O, 6,6 = 97,3. Le déficit est probablement constitué, au moins en partie, par du chlore, du fluor, ou de l'eau qui n'ont pu être dosés, la riebeckite étant fluorée et hydroxylée.

Malgré leur imperfection, ces résultats démontrent que le minéral en question est une *eucolite cérique*, se distinguant des espèces connues par une quantité moindre de silice, de chaux et de soude et par une proportion beaucoup plus grande de terres cériques.

Enfin, il faut noter la fréquence de pseudomorphoses zirconifères incomplètes accompagnant le minéral intact. On sait que des pseudomorphoses d'eudialyte en zircon et en zéolites sont connues au Groënland.

L'intérêt qui s'attache à la découverte d'une eucolite dans un granite tient à ce que jusqu'ici les minéraux de ce groupe ont été considérés comme caractéristiques des syénites néphéliniques et comme ne se rencontrant que dans celles-ci.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de préciser la composition chimique des roches qui nous occupent.

Les analyses suivantes (M. Pisani) sont celles *a* et *b* du type riche en ægyrine, à eucolite en partie fraîche (*a* ne contient que de l'albite en fait de feldspath); *c* d'une roche à plus gros grain ne renfermant que des pseudomorphoses zirconifères; *d* du type à riebeckite le plus riche en eucolite; *e* de la rockallite de l'île de Rockall, dont il sera question plus loin (M. H. Washington).

	a.	b.	c.	d.	e.
SiO^2	70,80	70,50	68,70	66,40	69,80
Al^2O^3	6,90	6,52	6,85	7,50	5,10
Fe^2O^3	4,44	6,40	9,93	4,59	13,23
FeO	1,00	0,63	1,14	6,22	0,78
MnO	3,10	tr.	tr.	0,60	0,12
MgO	0,96	1,30	0,26	0,70	0,11
CaO	3,20	3,65	1,34	1,10	0,72
Na^2O	5,10	5,70	7,01	7,30	8,04
K^2O	0,90	1,88	1,58	1,90	0,22
TiO^2	0,30	0,26	0,26	0,20	0,34
ZrO^2	0,65	1,58	3,71	1,90	1,17
Ce^2O^3	0,40	0,80	n. d.	1,30	0,37
P^2O^5	tr.	tr.	tr.	tr.	0,07
Nb^2O^5	tr.	tr.	n. d.	tr.	»
H^2O	1,82	1,00	0,50	0,62	0,77
	99,57	100,22	101,28	100,33	100,84

La caractéristique des types à ægyrine d'Ampasibitika réside dans leur pauvreté en alumine accompagnant une haute teneur en Fe^2O^3, ainsi qu'en alcalis et particulièrement en soude, ce qui entraîne l'existence de l'albite comme feldspath prédominant ou unique et de l'ægyrine comme pyroxène; l'apparition de la riebeckite, à la place de l'ægyrine, est une conséquence du remplacement d'une partie de Fe^2O^3 par FeO dans l'analyse (*d*). Enfin, l'existence de l'eucolite est liée à la teneur élevée en zircone et aussi à la teneur en terres cériques [cette dernière est la plus grande qui ait été observée jusqu'ici dans une roche éruptive (1)] et à la présence de chaux non feldspathisée; il faut remarquer du reste que la plus grande partie de la chaux se trouve non dans ce minéral, mais dans le pyroxène.

La seule roche actuellement connue qu'il soit possible de comparer avec celle qui vient d'être décrite est la *rockallite* provenant du petit îlot de Rockall, situé dans l'Atlantique, à mi-chemin entre l'Irlande et l'Islande (2). Cette roche est à plus gros éléments que celles de Madagascar. Elle contient beaucoup moins de chaux, mais renferme aussi à la fois de la zircone et

(1) Le granite alcalin à bastnaésite et tscheffkinite que j'ai décrit récemment en contient sans doute davantage, mais il n'a pu être analysé faute de matériaux intacts.

(2) J.-W. Judd, *Trans. r. Irish. Acad.*, t. 31, 1897, p. 54, et H.-S. Washington, *Quaterl. J. geol. Soc. London*, t. 70, 1914, p. 294.

des terres cériques. L'ægyrine y est plus abondante, mais elle possède la même forme aciculaire. M. Washington, qui a discuté récemment la composition de la rockallite, n'y ayant pas vu de zircon en quantité notable, a émis l'hypothèse que la zircone et le cérium entrent dans la constitution de l'ægyrine; il serait intéressant de rechercher si la rockallite ne contiendrait pas plutôt un peu de l'eucolite décrite plus haut (¹).

Au point de vue de la systématique, la présence de l'eucolite dans ces roches microgranitiques et granitiques à grain fin me semble assez importante pour légitimer la création d'un type nouveau — je l'appellerai *fasibitikite* (²) —, qui vient compléter une série intéressante, celle des *lujavrites*. Celles-ci sont des syénites néphéliniques comprenant des types très riches (Groënland), des types moyennement riches ou pauvres (presqu'île de Kola et île de Los) en néphéline. Au point de vue minéralogique, elles sont caractérisées par deux propriétés : 1° l'abondance de l'ægyrine en cristaux automorphes aciculaires, donnant parfois à la roche une texture schisteuse; 2° la présence de l'eudialyte.

Jusqu'ici, la série lujavritique ne comprenait que des roches renfermant une quantité de silice insuffisante pour former des feldspaths avec toute l'alumine et une partie des alcalis du magma, condition impliquant la genèse de la néphéline.

La fasibitikite constitue le terme opposé de cette série, celui qui possède un très grand excès de silice libre se traduisant minéralogiquement par du quartz abondant. Il est intéressant de constater que, malgré cette différence capitale (quartz à la place de néphéline), toutes les autres caractéristiques minéralogiques et structurelles de la lujavrite sont maintenues dans la fasibitikite.

Dans la classification chimicominéralogique, les analogies magmatiques de ces différentes roches sont mises en évidence par l'énumération des groupes auxquels elles appartiennent : lujavrite, II.7.1.4 et II.6.1.4 (Groënland), II.5.1.4 (Kola et Los); fasibitikites, II.3.1.4. Toutes ces roches se placent dans le subrang 4, mais à la frontière de 5. De même que dans les lujavrites, il existe dans les fasibitikites des types plus ou

---

(¹) La rockallite n'est connue que par un seul échantillon et je dois reconnaître que, dans l'unique préparation du petit fragment que je dois à M. Judd, je n'ai pas vu autre chose que ce qui a été décrit par mes savants collègues.

(²) Par contraction du nom de son gisement Ampasibitika qui, en sakalava (et en merina) dérive de *any*, là où; *fasy*, du sable; *bitika*, menu.

moins riches en soude; ceux dont l'analyse a été donnée plus haut sont les plus sodiques que j'ai rencontrés (le feldspath est exclusivement ou essentiellement de l'albite), mais dans un grand nombre de filons pegmatiques ou simplement à gros grain dont l'eucolite est entièrement transformée, la teneur en potasse est un peu plus élevée et par suite le feldspath dominant ou unique est de l'orthose [1] sodique. Des différences du même ordre s'observent dans les lujavrites du Groënland.

HYDRODYNAMIQUE. — *Comment le débit d'un tuyau de conduite affecté d'un rétrécissement notable mais graduel, peut se déduire de l'abaissement de pression qui s'y produit le long de la partie rétrécie.* Note [2] de **M. J. Boussinesq.**

I. On sait, depuis les observations de l'ingénieur américain Clemens Herschell, confirmées par d'autres, récentes, de MM. Camichel, Eydoux et Lhériaud [3], que le débit q d'une conduite se déduit très simplement, à des erreurs relatives près n'atteignant pas $\frac{1}{100}$, de la différence $P_1 - P_2$ des deux pressions P_1, P_2 qui s'y trouvent exercées, le long de l'axe supposé horizontal, dans la première section amont, σ_1, et dans la section la plus rétrécie, σ_2, d'un *venturi*, ensemble d'un rétrécissement notable, mais assez allongé ou bien graduel, et d'un élargissement analogue qui s'y raccorde en lui faisant suite, c'est-à-dire sans brusque déviation ni courbure sensible des filets fluides. La formule qu'on y applique est celle que donne, pour chaque filet, le principe de D. Bernoulli sur la conservation de la charge dans l'hypothèse de la fluidité parfaite, mais en n'y distinguant pas les vitesses individuelles V des divers filets, à la traversée d'une section normale σ quelconque, d'avec la vitesse moyenne ou *de débit* U à travers la même section. Et, cependant, le régime d'écoulement étant à peu près uniforme à l'entrée du venturi, c'est-à-dire sur la première section amont σ_1, où P_1 désigne la pression sur l'axe (évaluée en hauteur d'eau), on sait que des différences très appréciables de vitesse y existent entre le filet

(1) Par ce caractère, ces variétés se rapprochent de la *grorudite*, quand la teneur en métasilicates alcalins est peu importante, mais elles s'en distinguent par la présence de l'eucolite ou de ses pseudomorphoses et aussi par la grosseur plus grande du grain.

(2) Séance du 30 août 1915.

(3) *Comptes rendus*, t. 160, 4 janvier 1915, p. 28.

central, ou *axial*, le plus rapide, et ceux de la périphérie, quoique ces différences s'atténuent à mesure qu'on approche de la section rétrécie σ_2, où la pression analogue sur l'axe est P_2.

Il y a donc quelque chose de paradoxal à ce fait, que l'hypothèse de l'égalité de vitesse des filets fournisse un débit q pratiquement exact.

Je me propose ici de montrer que le paradoxe s'explique par deux petites erreurs de sens contraires, commises dans le calcul : l'une, évidente (du moins au sentiment), qui, pour l'excédent $P_1 - P_2$ de pression constaté le long du rétrécissement, fait obtenir un débit trop fort, et qui consiste en ce qu'on néglige les frottements, les imperfections effectives de fluidité de l'eau; l'autre, plus cachée, tenant à ce que, pour un liquide parfait, un calcul exact, avec mise en compte de l'inégalité de vitesse des filets, donnerait un débit supérieur au débit théorique approché obtenu. C'est justement la formule de ce débit supérieur, concernant un liquide hypothétique parfait, que l'Analyse suivante a pour but de faire connaître.

II. Le rétrécissement étant supposé assez graduel pour n'imprimer aux filets fluides ni courbures sensibles, ni même inclinaisons mutuelles appréciables, on sait que la pression p variera *hydrostatiquement* sur toute l'étendue de chaque section normale σ, ou que la somme de la pression p et de l'*altitude* β au-dessus du plan horizontal de l'axe y égalera simplement la pression P *sur l'axe*. Ainsi, la *hauteur totale de charge* de chaque filet fluide, $\frac{V^2}{2g} + p + \beta$, constante le long du filet, y sera simplement $\frac{V^2}{2g} + P$.

On aura donc pour un filet quelconque, en le considérant sur la section d'amont σ_1 et sur toute autre section normale σ,

$$\frac{V^2}{2g} + P = \frac{V_1^2}{2g} + P_1. \tag{1}$$

Multiplions par le débit constant dq du filet, qu'expriment le produit $V\,d\sigma$ sur la section σ, et le produit $V_1\,d\sigma_1$ sur la section σ_1; puis faisons la somme des résultats, pour tous les filets, et divisons par le débit total

$$q = U\sigma = U_1\sigma_1.$$

Il vient, identiquement,

$$\frac{U^2}{2g}\int\left(\frac{V}{U}\right)^3\frac{d\sigma}{\sigma} + P = \frac{U_1^2}{2g}\int\left(\frac{V_1}{U_1}\right)^3\frac{d\sigma_1}{\sigma_1} + P_1.$$

Les hydrauliciens appellent α l'intégrale $\int\left(\frac{V}{U}\right)^3\frac{d\sigma}{\sigma}$, *cube moyen*, à travers

la section σ, du rapport de la vitesse V des divers filets fluides à la vitesse moyenne U : ils lui attribuent ordinairement la valeur *approximative* 1,1 dans les conduites circulaires à régime uniforme. Et ils écrivent, par suite, l'équation ci-dessus, expression du principe de D. Bernoulli *pour tout le courant liquide* à axe horizontal, $\alpha\frac{U^2}{2g}+P=\text{const.}$ En l'appliquant aux deux sections σ_1, σ_2 et désignant par α_1, α_2 les deux valeurs correspondantes de α, on aura donc

$$\alpha_2\frac{U_2^2}{2g}+P_2=\alpha_1\frac{U_1^2}{2g}+P_1. \tag{2}$$

Remplaçons-y les vitesses de débit U_2, U_1 par les quotients équivalents $\frac{q}{\sigma_2}$, $\frac{q}{\sigma_1}$. Puis isolons la valeur de q; et nous aurons, dans l'hypothèse de la fluidité parfaite, l'expression théorique du débit q :

$$q=\sqrt{2g(P_1-P_2)}\,\frac{\sigma_1\sigma_2}{\sqrt{\alpha_2\sigma_1^2-\alpha_1\sigma_2^2}}. \tag{3}$$

Négliger l'inégalité de vitesse des filets fluides, c'est faire $\alpha_1=1$, $\alpha_2=1$, ou prendre

$$q=\frac{\sigma_1\sigma_2}{\sqrt{\sigma_1^2-\sigma_2^2}}\sqrt{2g(P_1-P_2)}; \tag{3 bis}$$

de sorte que le coefficient correctif, λ, par lequel il faut multiplier l'expression ainsi simplifiée (3 *bis*) du débit, pour en avoir la vraie expression théorique, est

$$\lambda=\sqrt{\frac{\sigma_1^2-\sigma_2^2}{\alpha_2\sigma_1^2-\alpha_1\sigma_2^2}}. \tag{4}$$

Tel est donc le coefficient dont nous aurons à apprécier ici la différence d'avec l'unité.

III. Introduisons-y la valeur donnée, que nous appellerons μ, du *rétrécissement*, c'est-à-dire le rapport $\frac{\sigma_2}{\sigma_1}$: pratiquement, ce sera une fraction assez petite, comme, par exemple, $\frac{1}{4}$ si le diamètre de la conduite s'y réduit *de moitié*. Alors le carré du coefficient correctif λ deviendra

$$\lambda^2=\frac{1-\mu^2}{\alpha_2-\mu^2\alpha_1}. \tag{5}$$

Cela posé, la formule (1), en y spécifiant le premier membre pour la

section rétrécie σ_2, où $V = V_2$ et $U = U_2$, donnera, sur un filet fluide quelconque,

$$V_2^2 - V_1^2 = 2g(P_1 - P_2),$$

équation où V_1, V_2 seront comparables respectivement à leurs moyennes U_1, U_2, c'est-à-dire dans un rapport de l'ordre de petitesse de $\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \mu$. V_1^2 sera donc une assez petite fraction du second membre; et l'on aura

$$(6) \qquad V_2 = \sqrt{2g(P_1 - P_2)} \left[1 + \frac{V_1^2}{2g(P_1 - P_2)} \right]^{\frac{1}{2}},$$

où la puissance $\frac{1}{2}$ de la quantité entre crochets pourra se développer, par la formule du binome, en une série rapidement convergente.

Exprimons-y la vitesse V_1 du filet, sur la section σ_1 d'amont où le régime est à peu près uniforme, en fonction de la vitesse moyenne correspondante U_1 et du rapport $\frac{V_1}{U_1}$, qui sera une certaine fonction φ des deux coordonnées *transversales* différant modérément de sa valeur moyenne 1. Si nous appelons ε l'écart $\varphi - 1$ de cette fonction d'avec l'unité, le carré ε^2 sera un peu sensible, d'une valeur moyenne $\int \varepsilon^2 \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$ qui atteint quelques centièmes; mais son cube ε^3 sera généralement négligeable et, se trouvant positif au centre de la section, négatif à la périphérie, aura sa valeur moyenne, $\int \varepsilon^3 \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$, encore plus insensible.

Faisons ainsi, dans le second membre de (6), $V_1 = U_1 \varphi$; et substituons-y de plus à U_1 le produit, évidemment équivalent, de la vitesse moyenne U_2 sur la section σ_2 par le rapport inverse μ des deux sections. Enfin posons, pour abréger,

$$(7) \qquad \frac{U_2^2}{2g(P_1 - P_2)} = \zeta.$$

La formule (6) deviendra, en y négligeant finalement une partie de l'ordre de petitesse de $\frac{\mu^6}{16}$,

$$(8) \quad V_2 = \sqrt{2g(P_1 - P_2)}\,(1 + \zeta\mu^2\varphi^2)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2g(P_1 - P_2)} \left(1 + \frac{\zeta\mu^2}{2}\varphi^2 - \frac{\zeta^2\mu^4}{8}\varphi^4\right).$$

Il en résulte, en multipliant par $\frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$ et intégrant dans toute la section rétrécie σ_2, une expression de la vitesse moyenne U_2 à travers cette section,

savoir

$$U_2 = \sqrt{2g(P_1 - P_2)}\left(1 + \frac{\zeta\mu^2}{2}\int \varphi^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2} - \frac{\zeta^2\mu^4}{8}\int \varphi^4 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right). \tag{9}$$

Puis, en divisant (8) par (9), développant par la formule du binome la puissance -1 de cette dernière parenthèse et effectuant les produits, on aura la fonction qui définit le mode de distribution des vitesses dans la section rétrécie :

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{U_2} = 1 &+ \frac{\zeta\mu^2}{2}\left(\varphi^2 - \int \varphi^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right) \\ &- \frac{\zeta^2\mu^4}{8}\left(\varphi^4 - \int \varphi^4 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right) - \frac{\zeta^2\mu^4}{4}\left(\varphi^2 - \int \varphi^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right)\int \varphi^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}. \end{aligned} \tag{10}$$

Élevons enfin cette expression au cube, toujours jusqu'aux termes en μ^6 exclusivement; puis multiplions par $\frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$ et intégrons, en supprimant finalement du résultat les nombreux termes qui se détruisent. Il viendra, comme formule du coefficient α_2 qui était à déterminer dans (5),

$$\alpha_2 = 1 + \frac{3}{4}\zeta^2\mu^4\left[\int \varphi^4 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2} - \left(\int \varphi^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right)^2\right]. \tag{11}$$

Observons, en portant dans (7) l'expression (9) de U_2, que le nombre ζ excède peu l'unité, savoir, d'une quantité comparable à μ^2; de sorte qu'on peut, sauf erreur négligeable (en μ^6), faire $\zeta = 1$ dans (11).

Rappelons, en outre, qu'on a $\varphi = 1 + \varepsilon$, avec ε assez petit pour que son cube ε^3 soit jugé insensible, ou pour qu'on puisse prendre

$$\varphi^2 = 1 + 2\varepsilon + \varepsilon^2, \qquad \varphi^4 = 1 + 4\varepsilon + 6\varepsilon^2,$$

valeurs à substituer dans (11). Il vient ainsi, après des réductions évidentes,

$$\alpha_2 = 1 + 3\mu^4\left[\int \varepsilon^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2} - \left(\int \varepsilon \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}\right)^2\right]. \tag{12}$$

IV. On peut actuellement, avec une erreur relative sensible, il est vrai, mais néanmoins de l'ordre de petitesse de ε, remplacer $\frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$ par $\frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$. Effectivement, si les ε s'annulaient, ou qu'on eût $V = U$ sur la section d'amont σ_1 et, à plus forte raison, sur les autres sections σ moindres, tous les filets fluides éprouveraient, d'une section à l'autre, les mêmes changements relatifs de grosseur; et l'on aurait, pour chaque filet, $\frac{d\sigma}{\sigma} = \text{const.}$ Plus

généralement, il est clair que chaque filet occupera, comparativement à d'autres, à la traversée d'une section quelconque, une fraction $\frac{d\sigma}{\sigma}$ de l'espace total σ, d'autant moindre, qu'il y sera plus rapide par rapport à eux, leurs inégalités relatives de vitesse se répercutant sur la variation des sections partielles relatives $\frac{d\sigma}{\sigma}$, en raison inverse de ces vitesses.

Si donc, dans $\int \varepsilon^2 \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$, on remplace $\frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$ par $\frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$, l'erreur absolue commise est de l'ordre du produit de ε^2 par ε, c'est-à-dire négligeable. De même, si l'on fait la pareille substitution dans $\int \varepsilon \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$, l'erreur est de l'ordre de ε^2. Mais alors, l'intégrale restante, $\int \varepsilon \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$, devient la valeur moyenne de ε à travers σ_1, c'est-à-dire zéro d'après la définition même de ε; d'où il suit que $\int \varepsilon \frac{d\sigma_2}{\sigma_2}$ est de l'ordre de ε^2 et a son propre carré négligeable. Ainsi la formule (12) se réduit à

$$\alpha_2 = 1 + 3\mu^4 \int \varepsilon^2 \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}. \tag{13}$$

Or on sait que le coefficient α considéré sur la section d'amont, c'est-à-dire α_1, excède l'unité de $3\int \varepsilon^2 \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$, à l'erreur près négligeable $\int \varepsilon^3 \frac{d\sigma_1}{\sigma_1}$. Donc, si nous retranchons l'unité des deux membres de (13), il vient, pour relier entre elles les deux valeurs de α entrant dans l'expression (5) du carré λ^2 du coefficient théorique de débit, la formule approximative très simple

$$\alpha_2 - 1 = \mu^4(\alpha_1 - 1). \tag{14}$$

V. La relation (5) devient alors, par l'élimination de α_2, la suppression *haut et bas* d'un facteur $1 - \mu^2$ commun et, finalement, une extraction de racine carrée :

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 - \mu^2(\alpha_1 - 1)}} = 1 + \frac{\mu^2}{2}(\alpha_1 - 1). \tag{15}$$

On voit que le coefficient de débit λ, pour un liquide parfait, excède un peu l'unité. Si, par exemple, le venturi est *au quart*, ou que $\mu = \frac{1}{4}$, et si α_1 vaut environ 1,1, il vient

$$\lambda = 1 + \frac{\alpha_1 - 1}{32} = (\text{environ})\ 1 + \frac{1}{300}.$$

L'influence réductrice des frottements en retranchera, pour l'eau, une petite quantité, qu'on sait, par l'expérience des questions de cette nature et vu, ici, la très graduelle variation supposée des sections σ ou des vitesses, être comparable seulement au centième. La valeur définitive de λ se trouvera donc un peu inférieure à l'unité, d'une fraction de centième, conformément aux débits constatés, notamment, par M. Camichel, dans des observations soignées de laboratoire.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De l'action stimulante des sels de magnésium sur la fermentation lactique.* Note de M. **Charles Richet** (1).

L'intéressant Mémoire que vient de lire M. P. Delbet et qui est relatif à l'action stimulante que les sels de magnésium, et notamment le chlorure, exercent sur la phagocytose, est tout à fait d'accord avec l'action stimulante puissante que ce même sel exerce sur la fermentation lactique.

J'ai montré en effet, en 1892 (2), que tous les sels métalliques, à une dose déterminée, stimulent la fermentation lactique, mais que les plus actifs sont les sels de magnésium. Plus tard, reprenant ces expériences dans mon laboratoire, A. Chassevant a constaté que, dans certains cas, le croît en acide lactique pendant les premières 24 heures est extrêmement accéléré (3).

Plus tard enfin, répondant à Aloy et Bardier, qui avaient cru voir là un effet de décomposition du $MgCl^2$, j'ai montré (4) qu'avec des quantités croissantes de $MgCl^2$ la quantité d'acide formé va en augmentant (acide lactique dû à la fermentation) jusqu'à une certaine limite, pour décroître rapidement ensuite, ce qui serait inexplicable si la cause de cette acidité était une partielle décomposition du sel de magnésium.

D'ailleurs, avant d'être soumises à la fermentation, les liqueurs lactées étaient exactement neutralisées.

---

(1) Communication présentée à l'occasion du Mémoire lu par M. P. Delbet. (Voir ci-après, p. 268.)

(2) *Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 1494.

(3) *Trav. du Lab. de Physiologie*, t. 4, 1898, p. 247.

(4) *Bulletin de la Société de Biologie*, 1902, p. 1436.

Quantité (en grammes, par litre) de $MgCl^2, 6H^2O$.	Acidité rapportée aux liqueurs lactées témoins.
0 (témoin)	100
0,45	103
1,60	120
3,50	125
8,50	132
12,50	160
15	138
25	115
40	46
50	35

L'*optimum* est donc voisin de 12g,5 par litre de $MgCl^2 6H^2O$, chiffre qui se rapproche singulièrement de celui qu'a trouvé P. Delbet pour l'*optimum* de la phagocytose.

Il semble que l'action soit tout à fait de même nature, et que cette dose de sel magnésien (environ 0,05 de molécule-gramme par litre) soit favorable à la vie des cellules, aussi bien des cellules leucocytaires phagocytantes que des cellules du ferment lactique, productrices d'acide lactique.

BOTANIQUE. — *Valeur morphologique de la couronne des Amaryllidacées.* Note de M. **Paul Vuillemin**.

On a vraiment disserté sur les homologies de la couronne des Narcisses, soit avec le périgone, soit avec l'androcée. La question est oiseuse, puisque, chez les Amaryllidacées comme chez les Liliacées, les pièces du périgone sont homologues des étamines dont elles dérivent. M. Dod a vu, dans la fleur de *Narcissus Henriquesii*, les cycles extérieurs au pistil réduits aux étamines. M. Hollick a signalé la staminodie des six pièces du périgone chez le *Narcissus poeticus*. Inversement, la pétalodie de l'androcée est bien comme dans les fleurs pleines de *Narcissus*, *Pseudo-Narcissus*, *N. Tazetta*, etc.

En ce qui concerne la couronne, la tératologie nous montre ses segments remplacés, tantôt par des lames pétalaires, tantôt par des étamines.

D'après l'organogénie étudiée par Baillon, les rudiments de la couronne apparaissent tardivement, après ceux des carpelles. Ils sont d'abord indépendants de ceux du périgone et de l'androcée, comme ceux-ci le sont entre

eux. Nous ne saurions admettre avec Baillon qu'ils naissent directement de l'axe floral, car la cupule dont ils émergent est la base concrescente des étamines et du périgone, et non le réceptacle.

Étant donné que le rudiment staminal forme avec le rudiment pétalaire sous-jacent un couple issu d'une première fission congénitale, le rudiment coronal provenant d'une seconde fission, parallèle à la première, forme couple avec le pétale et dégage l'étamine. Si nous désignons par x le segment de couronne, par p la pièce de périgone et par e l'étamine, chaque série radiale qui compose une fleur de Narcisse, en dehors du pistil, répond à la formule $px + e$. La couronne présente avec le périgone les mêmes relations que les cycles III et IV avec les cycles I et II dans les fleurs pleines d'*Hemerocallis fulva* dont nous avons entretenu récemment l'Académie [1]; elle correspond aux cycles typiquement staminaux qui, en raison de leur situation périphérique, évoluent plus souvent en pièces mixtes ou en pétales qu'en étamines pures, tandis que de nouveaux couples et parfois un nouveau cycle staminal se sont dégagés vers l'intérieur suivant la formule $npe + e$.

Le caractère neutre de la couronne passe au caractère staminal dans les cas signalés, par Masters entre autres, chez les *Narcissus poeticus*, *montanus*, *incomparabilis*, où des anthères apparaissent sur la couronne. Dans un cas étudié par Duchartre chez le *Narcissus tubiformis*, la modification était limitée aux éléments coronaux doublant les lames atrophiées du cycle externe du périgone.

M. Worsdell cherche à préciser le siège de la modification de l'étamine en couronne. Ayant observé, chez le *Narcissus Pseudo-Narcissus*, var. *tridymus*, à la place habituelle de la couronne, une lame bilobée dont la structure paraissait intermédiaire entre celle de la couronne et de la loge d'anthère, tandis qu'une anthère basifixe se dressait entre les deux lobes, il suppose que le lobe inférieur de l'anthère s'est redressé et dissocié en deux lobes stériles. Dans la couronne typique, l'anthère aurait subi dans sa totalité une telle modification.

Dans les fleurs pleines de *Narcissus Pseudo-Narcissus*, nous avons observé une anthère complète, tantôt disloquée avec ses loges rejetées sur les marges d'une languette safranée, tantôt surmontant le segment coronal bifide; dans ce dernier cas, le lobe inférieur de l'anthère est souvent divisé en deux cornes plus ou moins vides, refoulées par la couronne, mais sans

---

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 202-206.

continuité avec elle. On aurait donc autant de raison de faire dériver la couronne du connectif ou du filet que de l'anthère. Nous pensons plutôt que le même rudiment est apte à évoluer, soit en couronne, soit en étamine, mais qu'en général le développement intégral des caractères fixes de l'étamine s'oppose au développement des caractères indécis de la couronne.

Vers l'intérieur d'une fleur pleine, un retard dans le double clivage qui fournit un couple pétalo-coronal et une étamine peut restreindre au voisinage du sommet la séparation des trois éléments, pétalaire, coronal et staminal, confondus à la base. Bornons-nous à deux exemples. Dans l'un, la portion commune ressemble à un filet long de $0^m,026$; l'anthère est complète; mais le lobe inférieur est divisé en deux cornes vides à concavité supérieure; derrière elle se dégage une lame pétalaire, pâle, étroite, longue de $0^m,015$, flanquée, sous le milieu, de dents marginales inégales, ayant la texture et la couleur safranée de la couronne. Dans l'autre, la couronne, séparée du pétale pâle, étroit, long de $0^m,012$, forme deux ailes safranées, longues de $0^m,015$, décurrentes sur le filet en s'atténuant progressivement; au bout de 1^{cm}, le filet prend une largeur uniforme un peu supérieure à la normale. L'anthère, dont la base est embrassée par les lobes de la couronne, a son lobe supérieur normal, le lobe inférieur raccourci, mais indépendant.

Si la couronne, envisagée comme un tout, paraît spéciale au genre *Narcissus*, ses éléments séparés se retrouvent dans d'autres Amaryllidacées et, du moins à l'état tératologique, chez les Liliacées.

L'un des six secteurs qui composent, hormis le pistil, une fleur de *Barbacenia*, présente, au-dessus du tube, comme la pièce pétalo-coronostaminale de Narcisse décrite en dernier lieu, une lame dorsale pétaloïde, une lame moyenne bifide répondant à la couronne et une anthère ventrale. L'écaille coronale caractérise encore le genre *Vellosia*, dans les sections où les six étamines restent entières, comme dans celles où elles sont divisées. Les Vellosiées forment une tribu des Amaryllidacées, définie, moins par la méristémonie qui existe aussi dans la tribu des Amaryllées (genre *Gethyllis*) que par les éléments de couronne; cette tribu ne diffère guère des Narcissées que par l'appareil végétatif.

Dans le genre *Galanthus*, le cycle interne du périgone contraste avec le cycle externe comme la couronne des Narcisses contraste avec le périgone. Par sa position pourtant, il fait indubitablement partie d'une double corolle. Dans les fleurs pleines de *Galanthus nivalis*, les nouvelles pièces ressemblent au cycle interne, lors même qu'elles résultent de la fission

sériale du cycle externe. Beaucoup d'entre elles, comme chez l'Hémérocalle, correspondent à des cycles staminaux et prennent çà et là une structure intermédiaire entre la couronne et l'étamine. La structure coronale est une modification commune aux pièces du périgone et de l'androcée. Le premier cycle y échappe parce qu'il s'oppose de bonne heure au reste de la fleur; il exagère son indépendance quand il dégage l'une ou l'autre de ses pièces sur le trajet ou à la base de l'ovaire infère. Nous avons observé plusieurs exemples de ce déplacement, après Clos, Filarsky, Stenzel.

Les lames bifides et bicolores de la fleur de *Galanthus* sont, comme la couronne des Narcisses, des pièces mixtes ne réalisant complètement, ni le type pétalaire, ni le type staminal.

Dans les fleurs pleines d'Hémérocalle, les pièces appartenant aux cycles typiquement staminaux offrent tous les caractères des éléments corono-staminaux des Narcisses, notamment le lobe inférieur de l'anthère dissocié en cornes et refoulé par des expansions du filet.

Des anomalies fournies par les Narcisses, comme de leur comparaison avec les cas normaux ou tératologiques observés dans les genres voisins, nous tirons les conclusions suivantes :

L'élément de couronne est homologue de l'étamine et du pétale comme ceux-ci le sont entre eux. Il tient de l'étamine par sa position dans le couple normal extérieur à l'étamine isolée suivant la formule $pe + e$, puisque $x = e$. Il tient du pétale par sa structure qui se retrouve dans le second cycle du périgone de *Galanthus*. Chez les Narcissées comme chez les Vellosiées, il diffère du pétale et de l'étamine comme un terme intercalaire, demeurant le plus souvent neutre et de structure indéterminée, susceptible, comme les pièces mixtes d'une fleur pleine de *Galanthus* ou d'*Hemerocallis*, de se développer occasionnellement, soit en pétale, soit en étamine.

MÉMOIRES LUS.

Cytophylaxie, par MM. **Pierre Delbet** et **Karajanopoulo.**

Les progrès dans la connaissance des moyens de défense de l'organisme contre l'infection doivent avoir pour résultat d'ajouter, sinon de substituer, à la notion d'antisepsie celle de protection des cellules qu'on peut appeler *cytophylaxie*.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'action sur les cellules de l'organisme des diverses solutions employées pour le pansement des plaies et de chercher s'il existe quelque substance capable d'exalter les propriétés phagocytaires des globules blancs si précieux dans la lutte contre l'infection.

Pour cela nous avons mêlé, dans des tubes, globules blancs, microbes et solutions à étudier, puis compté les phagocytoses après 20 minutes d'étude. Dans chaque série, nous avons étudié l'action de plusieurs substances sur les globules provenant du même sujet de telle sorte que nos expériences sont comparatives.

Les résultats dont nous ne pouvons donner ici qu'un court résumé sont basés sur la numération de 16000 polynucléaires et de 19716 microbes.

1° Les substances antiseptiques proprement dites altèrent profondément les globules blancs, mais d'une manière inégale. L'éther, le permanganate de potasse à 1 pour 3000, la liqueur de Labarraque détruisent globules rouges et blancs au point qu'on ne peut plus rien reconnaître sur les préparations. La solution de Dakin, qui diffère peu de la liqueur de Labarraque, dans une expérience a respecté quelques globules blancs, dans les deux autres les a tous détruits. Le formol à 2 pour 100 s'est comporté de même.

D'autres solutions antiseptiques laissent subsister un certain nombre de globules blancs encore capables de phagocyter. La moyenne des phagocytoses pour 50 polynucléaires a été : 23 avec l'eau oxygénée; 10 avec l'acide phénique à 2,5 pour 100; 16 avec la liqueur de Gramm; 20 avec le cyanure de mercure à 1 pour 2000; 29 avec le sublimé à 1 pour 1000, tandis qu'elle est 129 avec le chlorure de sodium à 8 pour 1000.

Dans les cas les plus favorables, les phagocytoses ont été avec les antiseptiques 80 pour 100 moins nombreuses qu'avec la solution dite *sérum physiologique*.

Nous avons cherché simultanément quelle était, dans les conditions de nos expériences, l'action des substances antiseptiques sur les microbes. Pour cela, nous avons fait des ensemencements avec le culot des tubes.

Trois antiseptiques l'ont été réellement, les bouillons sont restés stériles. C'est l'acide phénique, le formol et l'éther.

Avec le sublimé, un ensemencement sur trois a donné une culture. Avec la solution de Dakin, deux ensemencements sur trois ont été positifs.

Avec la liqueur de Gramm, deux sur quatre ont été positifs. Deux sur deux l'ont été avec la liqueur de Labarraque, quatre sur quatre avec le cyanure, trois sur trois avec l'eau oxygénée.

Ces faits donnent une idée de l'impuissance des antiseptiques, mais une

idée insuffisante. Les conditions dans nos tubes étaient bien plus favorables aux antiseptiques qu'elles ne le sont dans une plaie.

Le problème de tuer les microbes sans tuer les cellules n'est pas résolu. Si l'on n'a point trouvé de substance qui tue les microbes en respectant les cellules, on en a trouvé qui tuent les cellules sans tuer sûrement les microbes qui y sont mélangés : ainsi l'eau oxygénée, la liqueur de Labarraque, la solution de Dakin.

2° Nous avons étudié par la même méthode un certain nombre de solutions non antiseptiques qui sont utilisées pour le traitement des plaies.

De toutes les substances couramment employées, c'est le chlorure de sodium en solution à 8 pour 1000 qui a donné le plus grand nombre de phagocytoses. La moyenne dans nos expériences est de 129 microbes pour cinquante polynucléaires. C'est à la solution de chlorure de sodium que nous rapporterons toutes les autres.

Le sérum hypertonique (solution de NaCl à 140 pour 1000), qui est employé par certains chirurgiens, détruit les globules et il n'est pas antiseptique.

Le nucléinate de Longuet est également destructeur et c'est un très bon milieu de culture.

Avec le sérum de Leclainche et Vallé, les phagocytoses sont en baisse de 26 pour 100 par rapport au chlorure de sodium.

Avec le sérum de R. Petit (sérum de cheval chauffé), la diminution est de 21 pour 100.

Avec la solution de nucléinate de soude à 2 pour 100, isotonifiée avec du chlorure de sodium, la diminution est de 36 pour 100.

Avec l'eau de mer naturelle qui est fortement hypertonique, la diminution est de 86 pour 100.

Avec l'eau de mer isotonifiée, la diminution est de 61 pour 100, ce qui montre que la doctrine de la constante saline est erronée.

Avec la solution de Ringer-Locke, la diminution est de 39 pour 100. Cette solution n'est donc pas préférable pour le pansement des plaies à celle dite *sérum physiologique*.

3° Ces constatations faites, nous avons cherché si quelque substance n'avait pas une action cytophylactique supérieure à celle du chlorure de sodium. Pour cela, nous avons expérimenté avec les substances qui ont permis de produire des parthénogenèses artificielles. Les solutions des chlorures de manganèse, de strontium, de calcium ont notablement diminué le nombre des phagocytoses. Par contre, la solution de chlorure de magnésium à 12,1 pour 1000 a donné des résultats extraordinaires. Elle augmente la proportion des phagocytoses dans la proportion de 75 pour 100 par rapport à la solution de chlorure de sodium à 8 pour 1000 qui elle-même en donne 63 pour 100 de plus que la solution de Ringer-Locke.

L'augmentation porte sur le nombre des polynucléaires qui phagocytent et sur la puissance phagocytaire de chacun d'eux.

La solution de $MgCl^2$ à 12,1 pour 1000 conserve son action cytophylactique lorsqu'elle est injectée dans le système circulatoire. Elle peut être utilisée soit en pansement, soit en injection.

4° L'étude comparative des solutions de $MgCl^2$ de taux variant de 10 à 20 pour 1000 montre que l'augmentation des phagocytoses a deux maxima. L'un, très faible, est sans doute en rapport avec la concentration moléculaire, car il se produit avec les solutions de 16 à 20 pour 1000; la solution à 19 pour 1000 étant cryoscopiquement isotonique au sérum sanguin. L'autre, très élevé, correspond à la solution à 12,1 pour 1000. Il y a là une sorte de point critique, qui est peut-être dû à la concentration de tous.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Calculs relatifs à la construction d'une nouvelle Table de diviseurs des nombres*, par M. Ernest Lebon.

2° *L'Astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, t. I, par Joaquim Bensaude.

3° Une collection de documents publiés par ordre du Ministère de l'Instruction publique de la République portugaise, par Joaquim Bensaude :

Vol. 1 : *Regimento do Estrolabio; Tratado da Spera.*

Vol. 3 : *Almanach perpetuum*, par Abraham Zacuto; Leiria, 1496.

Vol. 4 : *Tratado del Esphera y del arte del marear;* con el Regimiento de las alturas, par Francisco Faleiro (Portugais), Sevilla, 1535.

Vol. 5 : *Tratado da Esphera*, par Pedro Nunes; Lisboa, 1537.

MM. **G.-B. de Toni** et **Achille Forti** adressent des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les filaments hélicoïdaux de la comète Morehouse* (1908 *c*). Note [1] de M. **F. Baldet**, présentée par M. Deslandres.

J'ai signalé en 1908 [2], en collaboration avec M. F. Quénisset, l'existence de filaments hélicoïdaux dans la queue principale de la comète Morehouse (1908 *c*). L'analogie de ces filaments lumineux avec les rayons cathodiques enroulés en hélice dans les gaz raréfiés, sous l'influence d'un champ magnétique, m'a frappé dès le début, d'autant plus que, depuis plusieurs années, on accorde un rôle important aux corpuscules électrisés dans les phénomènes cométaires et que la queue donnait, entre autres, le spectre cathodique de l'azote [3]. M. Deslandres ayant montré depuis 1896 et développé de 1911 à 1913, dans une série d'importants Mémoires relatifs aux nébuleuses et à la partie supérieure de l'atmosphère solaire, que la courbure des spires lumineuses constituées par des particules électrisées pouvait déceler des champs cosmiques très faibles, je me baserai sur ses conclusions pour essayer d'expliquer de la même manière les filaments hélicoïdaux de la comète.

I. En voici d'abord une description complémentaire :

Sur chaque photographie où on les observe, ils forment un groupe de deux filaments lumineux émanant du noyau et *compris entièrement* dans les gaz moins lumineux de la queue; ce point est important à noter, car il existe aussi de nombreux filaments gazeux, sensiblement rectilignes, émanant également du noyau, mais situés de part et d'autre de la queue principale et se détachant dans leur plus grande longueur sur le fond sombre du ciel. Les filaments hélicoïdaux, très fins et lumineux du côté du noyau, deviennent plus diffus et pâles en s'en éloignant; après une à quatre spires complètes ils finissent par se confondre avec la queue qui les contient. Ils sont tous deux égaux, opposés d'environ 180° l'un à l'autre et, à première vue, paraissent s'évaser très légèrement en s'éloignant du noyau; comme ils deviennent en même temps assez diffus il est difficile d'en juger par des mesures sur les positifs; on peut donc admettre, tout au moins comme première approximation, qu'ils sont inscriptibles sur un cylindre de révolution, le même pour tous deux, le rapport du pas au rayon étant d'environ 25. Ils sortent du noyau sous l'aspect de deux jets très fins, à peine incurvés, formant un angle de 4° ou 5° entre eux et ne prennent la forme hélicoïdale qu'après un parcours à peu près égal au pas de l'hélice; ils sont alors complètement dégagés de la chevelure.

---

(1) Séance du 30 août 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 1033.

(3) Voir A. de la Baume-Pluvinel et F. Baldet, *Astrophysical Journal*, t. 34, septembre 1911, p. 99.

II. Les spires sont-elles des courbes synchrones comme dans le tourniquet hydraulique ou de véritables trajectoires de particules? Si les spires contenaient des condensations gazeuses comme la queue, l'étude de leur mouvement trancherait la question, mais on n'y distingue aucune irrégularité à l'échelle de nos photographies. Néanmoins, les courbes synchrones semblent devoir être rejetées, car les multiples filaments gazeux qui ont, avec les spires, leur origine commune dans le noyau n'offrent pas la forme hélicoïdale (1); les *trajectoires* hélicoïdales sont donc seules à retenir. Les gaz de la comète ayant présenté le spectre *cathodique* de l'azote, il est naturel d'admettre qu'ils sont ionisés négativement par un flux d'électrons qui en entretient la luminescence et, dans ces conditions, la forme hélicoïdale des deux filaments ne trouve guère d'autre explication que dans l'existence d'un champ magnétique sensiblement uniforme, parallèle à l'axe de l'hélice, c'est-à-dire à la direction de la queue et, par conséquent, au plan de l'orbite à l'époque considérée (octobre-novembre 1908).

L'étude des photographies successives montre que les gaz de la queue principale et ceux des filaments hélicoïdaux paraissent ne former qu'une masse gazeuse dont toutes les parties ont des vitesses du même ordre de grandeur. Les ions des filaments extérieurs doivent être soumis au champ magnétique invoqué pour expliquer les filaments hélicoïdaux; cependant ces filaments ne présentent pas de courbure bien appréciable sur une longueur de 3°,6, ce qui implique une masse plus grande pour leurs ions, leurs vitesses étant du même ordre de grandeur que ceux de la queue principale.

Désignons par m la masse de l'ion azote et par μ celle de la particule électrisée des filets hélicoïdaux; d'après les mesures des courbures des filaments on obtient $\frac{m}{\mu} > 70$.

Comme aucune particule électrisée, si ce n'est l'électron en mouvement dans une masse d'azote raréfiée, ne jouit de la double propriété de donner le spectre cathodique de l'azote et d'avoir une masse plus de 70 fois plus petite que l'ion de ce gaz, on voit que l'interprétation électromagnétique des formes des filaments conduit à les attribuer à des jets d'électrons émanant du noyau et illuminant les gaz de la queue sur leur passage.

(1) Le mouvement de translation des masses gazeuses dans la queue principale n'était pas accompagné d'un mouvement de rotation comme on le constate aisément sur les photographies des 15 et 16 octobre 1908.

Cette conséquence n'a rien qui puisse étonner; déjà M. Houllevigue, à la suite de ses intéressantes recherches sur les rayons cathodiques lents, a été également amené à expliquer la luminescence et la direction des queues cométaires par un flux d'électrons provenant du noyau incandescent [1]. Les trajectoires des électrons ne devenant visibles que dans un milieu gazeux raréfié, on ne doit pas observer de filaments hélicoïdaux en dehors des gaz de la queue, ce qui est, en effet, conforme à l'observation. De plus, les gaz de la comète ayant un mouvement fortement accéléré, si l'on attribuait les hélicoïdes aux ions gazeux, on devrait les observer comme des hélices dont le pas augmente rapidement, et l'on a vu que le pas était sensiblement constant.

III. Soient pour l'électron : $\frac{\mu}{e}$ le rapport de sa masse à sa charge, v sa vitesse, α l'angle constant de sa vitesse avec la direction du champ, ρ le rayon du cylindre de révolution sur lequel il s'inscrit, et soient : $\frac{m}{e}$, V, A et R les quantités correspondantes relatives à l'ion azote. La valeur du champ H est donnée par la formule classique

$$H = \frac{\mu}{e}\,\frac{v \sin\alpha}{\rho} = \frac{m}{e}\,\frac{V \sin A}{R}.$$

Dans cette relation, on connaît $\frac{\mu}{e}$, α, ρ, $\frac{m}{e}$, V et A; les mesures donnent une valeur inférieure R_0 pour R; seul v est tout à fait inconnu, il est seulement soumis à la condition

$$v < \frac{m}{\mu}\,\frac{\sin A}{\sin\alpha}\,\frac{\rho}{R_0}\,V.$$

Comme d'autre part, il est extrêmement peu probable que la valeur inférieure de v soit plus petite que la vitesse V des gaz de la queue, H n'est pas entièrement indéterminé mais compris entre les valeurs suivantes :

$$\frac{\mu}{e}\,\frac{V \sin\alpha}{\rho} < H < \frac{m}{e}\,\frac{V \sin A}{R_0}.$$

D'après les mesures, on peut, dans une première approximation, adopter pour ordre de grandeur de V, 5×10^6 cm : s, pour ρ le nombre moyen $7,3 \times 10^9$ cm, pour R_0 $3,7 \times 10^{11}$ cm, pour α le nombre moyen $14°$ et

---

[1] *Revue scientifique*, 1914, 1er semestre, n° 12, p. 356.

pour A 10°. D'autre part, on a $\frac{\mu}{e} = 5,6 \times 10^{-8}$ et $\frac{m}{e} = 1,4 \times 10^{-3}$ pour l'ion azote; on en déduit $9 \times 10^{-12} < H < 3 \times 10^{-9}$ et $v < 18000$ km : s. Le champ nécessaire est donc extrêmement faible, au plus de l'ordre de la cent-millionième partie du champ terrestre, et la vitesse des électrons est relativement lente.

En terminant, il est intéressant de noter l'analogie de forme et de disposition des deux filaments hélicoïdaux opposés de 180° avec les belles protubérances solaires diamétralement opposées et les deux branches de certaines nébuleuses en spirales.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une série quadruple de triangles hexahomologiques.* Note [1] de M. **Auric**, transmise par M. C. Jordan.

Soit un triangle MNP dont les sommets ont comme coordonnées barycentriques, par rapport au triangle de référence $O_1 O_2 O_3$,

$$\begin{array}{ccc} m_1, & m_2, & m_3, \\ n_1, & n_2, & n_3, \\ p_1, & p_2, & p_3. \end{array}$$

Pour que MNP et $O_1 O_2 O_3$ soient respectivement homologiques (M à O_1, N à O_2, P à O_3), on vérifie aisément qu'on doit avoir la relation

$$m_2 n_3 p_1 = m_3 n_1 p_2.$$

Dans ce cas, les coordonnées de M, N, P peuvent se mettre sous la forme d'un déterminant symétrique ou discriminant :

$$\begin{array}{ccc} c_1, & d_3, & d_2, \\ d_3, & c_2, & d_1, \\ d_2, & d_1, & c_3; \end{array}$$

les coordonnées du centre d'homologie sont $\frac{1}{d_1}, \frac{1}{d_2}, \frac{1}{d_3}$ et l'équation de l'axe d'homologie

$$\frac{x_1}{d_2 d_3 - c_1 d_1} + \frac{x_2}{d_3 d_1 - c_2 d_2} + \frac{x_3}{d_1 d_2 - c_3 d_3} = 0,$$

les dénominateurs étant les mineurs du discriminant ci-dessus.

---

(1) Séance du 19 juillet 1915.

Pour que NPM et $O_1O_2O_3$ soient respectivement homologiques, il faut que

$$m_3 n_1 p_2 = m_1 n_2 p_3;$$

dès lors, si l'on a

$$(1) \qquad m_1 n_2 p_3 = m_2 n_3 p_2 = m_3 n_1 p_2,$$

MNP et $O_1O_2O_3$ seront trihomologiques, c'est-à-dire homologiques de trois manières différentes.

Pour que MPN et $O_1O_2O_3$ soient respectivement homologiques, il faut que

$$m_2 n_1 p_3 = m_3 n_2 p_1.$$

De même si PNM et $O_1O_2O_3$ sont respectivement homologiques, on aura

$$m_3 n_2 p_1 = m_1 n_3 p_2.$$

Dès lors si

$$(2) \qquad m_1 n_3 p_2 = m_2 n_1 p_3 = m_3 n_2 p_1,$$

MPN et $O_1O_2O_3$ seront trihomologiques et si les relations (1) et (2) ont lieu simultanément, MNP et $O_1O_2O_3$ seront hexahomologiques, c'est-à-dire homologiques de six manières différentes.

Existe-t-il de pareils triangles?

En appelant, comme d'usage, 1, j, j^2 les racines cubiques de l'unité, on voit aisément que les trois triangles ci-après satisfont aux conditions voulues

$$\begin{array}{lll} G_1 = m_1, m_2, m_3, & J'_1 = jm_1, m_2, m_3, & J^2_1 = j^2 m_1, m_2, m_3, \\ G_2 = m_1, jm_2, j^2 m_3, & J'_2 = m_1, jm_2, m_3, & J^2_2 = m_1, j^2 m_2, m_3, \\ G_3 = m_1, j^2 m_2, jm_3, & J'_3 = m_1, m_2, jm_3, & J^2_3 = m_1, m_2, j^2 m_3. \end{array}$$

Les triangles $G_1G_2G_3$, $J'_1J'_2J'_3$, $J^2_1J^2_2J^2_3$ et $O_1O_2O_3$ sont hexahomologiques entre eux deux à deux; les centres et les axes d'homologie étant respectivement les sommets et les côtés des deux autres triangles.

Il y a là une réciprocité très intéressante.

En d'autres termes, les douze sommets des quatre triangles se trouvent, quatre par quatre, sur neuf droites et de chaque sommet partent trois droites formant avec les côtés du triangle, adjacents au sommet, une division équiharmonique. Ces neuf droites sont

$$\begin{array}{lll} O_1G_1J'_1J^2_1, & O_1G_2J'_3J^2_2, & O_1G_3J'_2J^2_3, \\ O_2G_1J'_2J^2_2, & O_2G_2J'_1J^2_3, & O_2G_3J'_3J^2_1, \\ O_3G_1J'_3J^2_3, & O_3G_2J'_2J^2_1, & O_3G_3J'_1J^2_2. \end{array}$$

Corrélativement, on démontre que les douze côtés des quatre triangles concourent, quatre par quatre, en neuf points situés trois par trois sur lesdits côtés et formant, avec les sommets correspondants, une division équiharmonique.

Les coordonnées de ces neuf points sont

$$\begin{matrix} 0 & m_2 & -m_3 \\ -m_1 & 0 & m_3 \\ m_1 & -m_2 & 0 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & m_2 & -jm_3 \\ -jm_1 & 0 & m_3 \\ m_1 & -jm_2 & 0 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & m_2 & -j^2 m_3 \\ -j^2 m_1 & 0 & m_3 \\ m_1 & -j^2 m_2 & 0 \end{matrix}$$

Si nous introduisons la cubique générale

$$\lambda\left(\frac{x_1^3}{m_1^3}+\frac{x_2^3}{m_2^3}+\frac{x_3^3}{m_3^3}\right)-3\frac{x_1x_2x_3}{m_1m_2m_3}=0,$$

nous savons, par la considération de la hessienne, que, quel que soit λ, cette cubique a des points d'inflexion et des tangentes inflexionnelles fixes.

Pour quatre valeurs de λ

$$\lambda=0, \qquad \lambda=1, \qquad \lambda=j, \qquad \lambda=j^2,$$

cette cubique se décompose en trois droites, savoir :

$$-3\frac{x_1x_2x_3}{m_1m_2m_3}=3\frac{x_1}{m_1}\frac{x_2}{m_2}\frac{x_3}{m_3},$$

$$\begin{aligned}
&\frac{x_1^3}{m_1^3}+\frac{x_2^3}{m_2^3}+\frac{x_3^3}{m^3}-3\frac{x_1x_2x_3}{m_1m_2m_3}\\
&\quad=\left(\frac{x_1}{m_1}+\frac{x_2}{m_2}+\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+j\frac{x_2}{m_2}+j^2\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+j^2\frac{x_2}{m_2}+j\frac{x_3}{m_3}\right),\\
&j^2\left(\frac{x_1^3}{m_1^3}+\frac{x_2^3}{m_2^3}+\frac{x_3^3}{m_3^3}\right)-3\frac{x_1x_2x_3}{m_1m_2m_3}\\
&\quad=j\left(j\frac{x_1}{m_1}+\frac{x_2}{m_2}+\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+j\frac{x_2}{m_2}+\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+\frac{x_2}{m_2}+j\frac{x_3}{m_3}\right),\\
&j\left(\frac{x_1^3}{m_1^3}+\frac{x_2^3}{m_2^3}+\frac{x_3^3}{m_3^3}\right)-3\frac{x_1x_2x_3}{m_1m_2m_3}\\
&\quad=j^2\left(j^2\frac{x_1}{m_1}+\frac{x_2}{m_2}+\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+j^2\frac{x_2}{m_2}+\frac{x_3}{m_3}\right)\left(\frac{x_1}{m_1}+\frac{x_2}{m_2}+j^2\frac{x_3}{m_3}\right).
\end{aligned}$$

Chacune de ces cubiques dégénérées représente précisément un des quatre triangles hexahomologiques ci-dessus, les points d'inflexion et les tangentes inflexionnelles du faisceau des cubiques étant les neuf points et les neuf droites signalées précédemment.

Si nous appelons symboliquement *racines cubiques d'un point* M^3 *à coordonnées* m_1^3, m_2^3, m_3^3 les points dont les coordonnées sont

$$\sqrt[3]{m_1^3}, \quad \sqrt[3]{m_2^3}, \quad \sqrt[3]{m_3^3},$$

nous pouvons dire que ces racines sont au nombre de neuf et qu'on peut les grouper en trois triangles hexahomologiques entre eux et avec le triangle de référence.

De même les racines carrées symboliques de M^2 sont au nombre de quatre et l'on peut leur associer les quatre polaires trilinéaires correspondantes.

Dans ces conditions, le triangle formé par trois racines, celui formé par les polaires trilinéaires correspondantes et le triangle de référence sont homologiques, le centre et l'axe d'homologie étant la quatrième racine et sa polaire trilinéaire.

Il est aisé d'étendre ces considérations à l'espace à trois (ou n) dimensions et de déterminer en particulier quatre tétraèdres homologiques entre eux et au tétraèdre de référence.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des périodes des intégrales abéliennes et sur une généralisation du théorème d'Abel.* Note (¹) de M. **Nicolas Lipine**, présentée par M. Émile Picard.

L'existence de q intégrales abéliennes $v_\alpha (\alpha = 1, 2, \ldots, q)$ attachées à une surface de Riemann du genre p à périodes $\omega_{i,\alpha}$ réductibles au rang q :

$$\omega_{i,\alpha} = n_{1,i}\Omega_{1,\alpha} + n_{2,i}\Omega_{2,\alpha} + \ldots + n_{2q,i}\Omega_{2q,\alpha} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p)$$

entraîne la réduction de $p - q$ intégrales au rang $p - q$ (Picard, *Bull. de la Société math. de France*, t. 11, 1883; Poincaré, *ibid.*, t. 12, 1884; *Am. Journ. of Math.*, t. 8). La proposition précédente peut être énoncée d'une manière plus complète comme il suit :

Si une surface de Riemann du genre p admet un système complet de rang q d'intégrales réductibles de première espèce $v_\alpha (\alpha = 1, 2, \ldots, q)$, *elle en admet un second* $v_\beta (\beta = q + 1, \ldots, p)$ *du rang* $p - q$, *linéairement distinct du premier. En désignant par*

$$\Omega_{i,\alpha} = n^{-1}\varphi_i(\omega_\alpha) \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2q)$$

(¹) Séance du 30 août 1915.

et

$$\Omega_{k,\beta} = n'^{-1}\varphi_k(\omega_\beta) \qquad (k = 2q+1, \ldots, 2p)$$

les périodes réduites de ces deux systèmes, $\varphi_i(\omega_\alpha)$ *et* $\varphi_k(\omega_\beta)$ *étant des formes linéaires à coefficients entiers, portant respectivement sur* $\omega_{s,\alpha}$ et $\omega_{s,\beta}$ $(s = 1, 2, \ldots, 2p)$, *on a les relations* $\varphi_i(\omega_\beta) = 0$, $\varphi_k(\omega_\alpha) = 0$; *à chaque système de rang q il ne correspond qu'un seul système de rang p — q jouissant des propriétés mentionnées.*

Les deux systèmes en question seront dits *complémentaires l'un de l'autre.*

L'existence d'un système complet d'intégrales réductibles donne lieu aux correspondances singulières (dans le sens de M. Hurwitz, *Math. Ann.*, t. 28) existant entre les points de la surface de Riemann correspondante. Cependant, il est légitime d'étendre la notion de correspondance comme il suit :

Il existe entre les points d'une surface de Riemann une dépendance de la forme qu'à chaque point il correspond μ groupes G_i de ν points; les groupes G_i en question ne peuvent que s'échanger entre eux si le point origine x décrit un cycle arbitraire; il peut bien d'ailleurs se produire des permutations entre les points d'un même groupe.

On dira qu'il existe une correspondance de degré μ sur la surface de Riemann considérée. Si $\mu = 1$ on a une correspondance proprement dite; dans le cas où $\mu > 1$, il existe encore une correspondance du premier degré dont les points conjugués sont constitués par l'ensemble des $\mu\nu$ points des groupes $G_1 + G_2 + \ldots + G_\mu$. Cela posé, on a le théorème suivant :

S'il existe sur la surface de Riemann un système complet d'intégrales réductibles au rang q (respect. $p - q$) *cette surface admet toujours des correspondances dont les points conjugués vérifient les congruences*

$$v_\alpha(x_1) + v_\alpha(x_2) + \ldots + v_\alpha(x_p) \equiv \varepsilon v_\alpha(x) + c_\alpha,$$
$$v_\beta(x_1) + v_\beta(x_2) + \ldots + v_\beta(x_p) \equiv c_\beta,$$

ε *étant un nombre rationnel arbitraire,* c_i *désignant des constantes et réciproquement : s'il existe sur la surface de Riemann une correspondance d'un degré fini* μ, *vérifiant un système des congruences de la forme ci-dessus, les intégrales* v_α *et* v_β *sont réductibles respectivement aux rangs q et p — q, ils forment d'ailleurs deux systèmes complémentaires.*

Pour démontrer la première partie du théorème, il suffit de remarquer

les relations

$$n\,\omega_{i,\alpha} = \sum_{i}^{2p} n_{k,i}\varphi_k(\omega_\alpha). \qquad 0 = \sum_{i}^{2p} n_{k,i}\varphi_k(\omega_\beta).$$

Pour démontrer la réciproque, on peut évidemment se borner à considérer le cas où la correspondance est du premier degré et ε un nombre entier n.

Le point x décrivant un cycle arbitraire sur la surface de Riemann, la somme des chemins décrits par les points du groupe G peut toujours, par une déformation continue, être ramenée à avoir la forme

$$\varphi(\omega) = N_1(\omega)_1 + N_2(\omega)_2 + \ldots N_{2p}(\omega)_{2p},$$

les N_i étant des entiers positifs ou négatifs. Il existe bien des cycles dont les nombres N_i ne sont pas tous nuls à la fois. Soient γ le nombre des cycles non équivalents entre eux jouissant de la propriété ci-dessus et

$$\varphi_i(\omega) \quad (i = 1, 2, \ldots, \gamma)$$

les chemins correspondants décrits par l'ensemble des points du groupe G. Le contour (G) correspondant au cycle arbitraire (C) décrit par le point x est équivalent à une somme de la forme

$$n_1\varphi_1(\omega) + n_2\varphi_2(\omega) + \ldots + n_\gamma\varphi_\gamma(\omega).$$

On en conclut que les périodes des intégrales v_α sont réductibles aux systèmes $n^{-1}\varphi_i(\omega_\alpha)$, tandis que ceux des intégrales v_β vérifient les relations

$$\varphi_i(\omega_\beta) = 0.$$

Le nombre des intégrales linéairement distinctes ne pouvant surpasser le rang, on doit avoir $\gamma = 2q$, ce qui démontre le théorème.

La proposition précédente conduit à des conséquences que je me réserve de développer dans une autre occasion.

Remarque. — Le théorème étant susceptible de diverses généralisations, on est naturellement conduit à substituer au système précédent celui de la forme

$$\sum_{i}^{\nu} \varepsilon_i v_\alpha(x_i) \equiv v'_\alpha(x) + c_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, q),$$

$$\sum_{i}^{\nu} \varepsilon_i v_\beta(x_i) \equiv c_\beta \qquad (\beta = q+1, \ldots, p),$$

les systèmes v'_α et v_β ayant un certain nombre d'intégrales communes et ε_i désignant des entiers. On démontre encore la réduction des intégrales v'_α et v_β respectivement au rang q et $p-q$; mais on en tire d'autres conséquences faciles à saisir. En rattachant ainsi la réduction des périodes au théorème d'Abel généralisé, on traite facilement les cas d'existence des infinités discontinues de systèmes réductibles et l'on est conduit à généraliser les résultats obtenus autrefois par Picard puis par Poincaré et à en obtenir d'autres dans le même genre. Cependant il faut observer qu'une grande partie de ces propositions a été donnée récemment par M. Severi par une méthode différente (*Rendiconti dei Lincei*, 1914).

PHYSIQUE. — *Description d'un appareil destiné à la détermination directe des accélérations.* Note [1] de M. **B. Galitzine**, présentée par M. Lippmann.

L'étude directe de l'accélération du mouvement du sol dans les régions sismiques, de même que l'accélération du mouvement produit dans différentes parties de constructions artificielles, maisons, ponts, navires, wagons en marche etc., par des ébranlements dus à différentes causes artificielles comme la marche de moteurs puissants, le transport de lourds fardeaux, l'explosion de mines, coups de canon, etc., présente un grand intérêt théorique et pratique, car elle fournit une méthode directe et rationnelle pour évaluer les différentes forces et tensions mises en jeu par ces ébranlements. La connaissance de ces dernières donne la possibilité de prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la solidité de ces constructions et d'élaborer des projets de bâtiments asismiques.

Cependant le problème de l'évaluation directe des accélérations, surtout si les amplitudes de mouvement sont petites et la période du mouvement vibratoire très courte, offre de très grandes difficultés.

Pour l'étude des accélérations, on a ordinairement recours, comme en sismologie, à un système vibratoire quelconque (pendule ordinaire, pendule horizontale, pendule à ressort, etc.), mais ce procédé présente l'inconvénient considérable qu'un système de ce genre introduit toujours dans le diagramme obtenu son mouvement oscillatoire propre, qu'il n'est pas toujours facile d'éliminer. Si le plan sur lequel repose l'appareil effectue des mouvements réguliers et harmoniques, on peut, comme en sismologie, déterminer l'accélération de ce mouvement par le calcul. Mais si le mouvement est

---

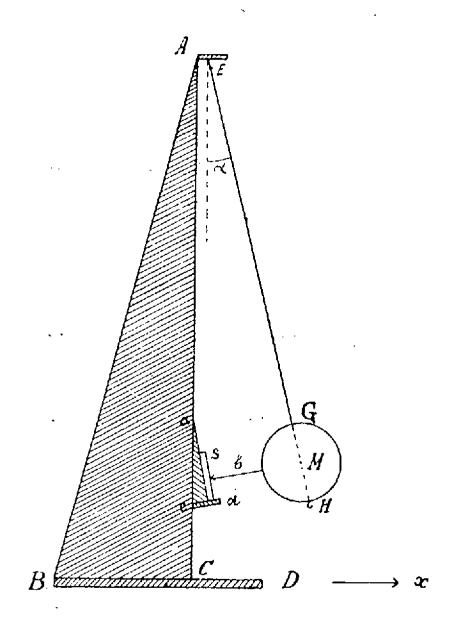
(1) Séance du 23 août 1915.

complètement arbitraire et encore inconnu, les difficultés pratiques deviennent presque insurmontables.

L'objet de cette Note est de décrire un appareil susceptible de donner *directement la valeur momentanée* de l'accélération pour un mouvement complètement arbitraire du sol ou du plan sur lequel repose l'appareil.

Je considérerai ici seulement un mouvement horizontal, mais les mêmes principes sont aussi applicables immédiatement à des mouvements verticaux.

Soit ABC (voir la figure) un support reposant sur un plan BD, pour



lequel il s'agit de déterminer la valeur de l'accélération. En E est suspendue librement, au moyen d'une petite lamelle en acier et d'une tige ou d'un cadre rigide Eg, une masse M s'appuyant, à l'aide de la petite tige b passant par le centre gravité de la masse mobile, sur la surface d'une petite plaque s.

Si α est l'angle d'écart de la masse mobile, la pression normale sur la surface entière de s sera

$$P_0 = Mg \sin \alpha.$$

Soit maintenant x la valeur du déplacement horizontal du plan BD par rapport à sa position d'équilibre au moment t.

Alors on peut poser $x = f(t)$, où $f(t)$ est une fonction complètement arbitraire.

Dans ce cas, la pression totale sur la plaque s sera

$$P = Mg \sin\alpha + Mx'' \cos\alpha.$$

Posons

$$p = P - P_0,$$
$$x'' = w;$$

alors il s'ensuit

(1) $$p = Mw \cos\alpha.$$

En choisissant convenablement l'angle initial α, on aura toujours $p > 0$.

Comme p est rigoureusement proportionnel à w, il s'ensuit que si nous étions en état de déterminer la valeur momentanée de p, nous aurions de suite la valeur instantanée de w pour une loi de mouvement $x = f(t)$ complètement arbitraire.

Pour la détermination de p, on ne peut avoir recours à aucun artifice fondé sur l'application de plaques ou membranes élastiques, ressorts, dynamomètres, etc., car tout système de ce genre introduit nécessairement un mouvement vibratoire propre.

Pour déterminer la valeur momentanée de p, il faut employer un artifice dont le jeu n'entraîne aucun déplacement sensible du point d'application de la force p et qui n'ait aucune période de vibration propre.

Nous trouverons la réalisation de ces conditions dans les phénomènes de piézoélectricité.

Soit s une plaque de quartz ou de tourmaline convenablement taillée, portant, sur les deux faces opposées, une couche métallique. Sur la face extérieure de s se trouve une petite plaque en ébonite, dont la surface qui s'appuie librement sur s porte aussi une couche métallique. La tige b transmet la pression P à la plaque piézoélectrique, dont la face intérieure est reliée à la terre.

Alors la charge électrique sur la face extérieure de s sera, dans des limites très larges, proportionnelle à P.

Pour mesurer la valeur momentanée de cette charge, il faut aussi avoir recours à un électromètre suffisamment sensible, d'une capacité minime, sans inertie appréciable et sans période de vibration propre. L'électromètre à corde, dont la tension est convenablement choisie, réalise à merveille toutes ces conditions. Au moyen d'un artifice optique très simple, sur lequel je n'ai pas besoin d'insister ici, on réalise facilement l'enregistrement continu, sur papier photographique, du mouvement de la partie centrale de la corde de l'électromètre. En ayant recours à la microphotographie, on réalisera un appareil très compact et facilement transportable. Pour assurer le bon fonctionnement de l'instrument, il faut que ses différentes pièces soient bien isolées et protégées contre l'action perturbatrice de charges extérieures.

CHIRURGIE. — *Sur la ligature de l'artère iliaque externe.* Note de M. **Ed. Delorme**, présentée par M. A. Laveran.

Les anévrismes artériels et artérioso-veineux de la racine de la cuisse, surtout ceux à prolongement abdominal, imposent la ligature de l'artère iliaque externe ou celle de ce vaisseau et de la veine du même nom.

Ces ligatures sont émotionnantes pour le chirurgien, alors même qu'il a acquis l'expérience cadavérique nécessaire et cela parce qu'il n'est pas averti à l'avance et des dimensions exactes de l'anévrisme et de l'intégrité de la paroi des vaisseaux au niveau des points où il s'attend à poser ses fils à ligature, enfin en raison des difficultés de la compression préalable du tronc artériel à distance.

Deux procédés sont à notre portée : l'un indirect, extra-péritonéal ; l'autre direct, intrapéritonéal.

Dans le premier, une longue incision courbe, prolongée du milieu de l'arcade de Fallope dans l'un des flancs, traverse la paroi musculaire de l'abdomen et s'arrête au péritoine. Celui-ci est décollé jusqu'au détroit supérieur du bassin contre lequel s'appliquent les vaisseaux. L'incision pariétale étant distante de $0^{m},10$ environ des points occupés par ces derniers, la ligature se pratique, en somme, au fond d'un puits. On n'est pas exactement renseigné sur les dimensions de l'anévrisme et, en dilacérant le tissu cellulaire sous-péritonéal infiltré, épaissi, on court le risque d'ouvrir la poche anévrismale.

Ces incertitudes, ces difficultés, je les ai éprouvées au cours d'une intervention pratiquée à Caen en décembre 1914 sur un prisonnier allemand porteur d'un anévrisme artérioso-veineux de la racine de la cuisse prolongé dans le bassin.

Au contraire, sur un blessé français que j'opérai à Guéret, en août 1915, pour un anévrisme artérioso-veineux cruro-abdominal par le procédé intrapéritonéal, l'opération put être conduite avec toute sécurité et grande facilité. L'incision courbe ouvrant la cavité abdominale et les intestins étant refoulés vers le diaphragme par la position inclinée et les aides, les vaisseaux sont littéralement sous l'œil et sous le doigt, recouverts par le péritoine.

Je recherchai le point au niveau duquel la pression du doigt faisait cesser le thrill, je dégageai méthodiquement l'artère un peu au-dessus et, comme

sa paroi était altérée, très congestionnée, je portai sur elle deux fils à $0^m,15$ l'un de l'autre, le supérieur étant un fil d'attente réservé pour le cas où le premier aurait porté sur un point d'artère friable. Le premier suffit. Les vaisseaux fémoraux avaient été liés, au préalable, au-dessous de l'arcade de Fallope.

Après cette épreuve, j'estime que la voie intrapéritonéale est le procédé de choix de ligature de l'artère iliaque externe dans les anévrismes cruro-abdominaux traumatiques.

HYGIÈNE. — *De l'action des ferments de l'urée dans la destruction de la matière organique.* Note de MM. **F. Bordas** et **S. Bruère**, présentée par M. d'Arsonval.

Poursuivant notre recherche d'un procédé pratique de destruction rapide des matières organiques, nous avons répété, avec des cobayes, l'expérience d'ensevelissement en fumier artificiel que nous avions faite avec des fœtus morts dans la poche fœtale, expérience dont nous avons rendu compte dans une précédente Note. A l'action des microbes extérieurs, apportés par le milieu ensemencé, devait ainsi s'ajouter celle des microbes du tube digestif de l'animal sacrifié depuis 48 heures. Pratiquée simultanément à la température moyenne du laboratoire (16°) et à l'étuve (à 42°) elle a montré, comme il était logique et prévu, que cette association des germes extérieurs et intérieurs réduisait le temps nécessaire à la destruction de la matière organique, et confirmé que la température était un facteur très important de cette destruction.

A la température du laboratoire, un cobaye de 680^g a été sensiblement détruit en 360 heures. La peau et les poils seuls avaient résisté, mais n'habillaient plus qu'un squelette presque complètement décharné.

A la température de 42°, au bout du même temps, un cobaye de 595^g ne pesait plus que 235^g représentant la peau et le squelette entièrement décharné.

Une expérience pratiquée dans le même temps, à Alfort, sur un cheval de 600^{kg} enfoui dans un fumier, a donné, en trois semaines, des résultats analogues.

Ainsi que nous l'avons successivement indiqué, nous avons ensemencé les milieux liquides ou solides de toutes nos expériences avec un ensemble bactérien renfermant

les ferments de l'urée, les bacilles intestinaux et les micro-organismes des fermentations cellulosiques. Afin de comparer la puissance de contribution particulière de chacun de ces groupes au but poursuivi, nous avons, à l'étuve à 42°, placé quatre bocaux contenant chacun un fœtus de truie pesant en moyenne 171g, mort dans la poche fœtale, baignant : le premier, dans un bouillon de culture de ferments de l'urée; le second, dans un bouillon de culture de bacilles intestinaux; le troisième, dans un bouillon de culture de micro-organismes des fermentations cellulosiques; le quatrième, dans une liqueur composée de ces trois bouillons.

Au bout de 23 heures, le fœtus n° 1 était déjà délité et, au bout de 45 heures, sa liquéfaction était complète; tandis que les mêmes effets ne furent respectivement obtenus qu'au bout de 69 et 166 heures pour le second, 69 et 99 heures pour le troisième, 45 et 69 heures pour le quatrième.

Cette expérience démontrant que l'action dissolvante des ferments de l'urée était nettement plus énergique que celle des autres groupes, nous avons cherché à nous rendre compte dans quelle proportion pouvait y concourir, indépendamment des bacilles eux-mêmes, l'enzyme produite par leur action.

Dans ce but, par le procédé de Miquel, nous avons préparé un bouillon d'uréase aseptique au sein duquel nous avons immergé aseptiquement des fœtus de truie dans des tubes qui furent maintenus, à l'étuve à 38°, à côté d'un tube témoin renfermant un fœtus plongé dans une partie du même bouillon, prélevée avant sa filtration sur bougie, c'est-à-dire contenant encore les ferments.

Au bout de 21 heures, l'action du bouillon renfermant les micro-organismes s'était déjà affirmée, tandis que celle du bouillon qui en était privé et représentait, par suite, une simple solution d'uréase, semblait nulle. En 69 heures, le premier avait complètement liquéfié les 218g de matière organique représentés par le fœtus témoin, tandis que les fœtus immergés dans le second, seulement macérés par la liqueur, étaient encore parfaitement reconnaissables à leurs formes au bout de 20 jours.

Cette expérience semblerait réduire à bien peu l'action de l'uréase. Nous signalons cependant le fait, sans conclure, car certains indices nous permettent de croire que, en modifiant les conditions de l'essai, on obtiendrait peut-être un résultat plus en rapport avec la puissance de liquéfaction reconnue des enzymes.

Quoi qu'il en soit, dans la pratique, l'action des micro-organismes et celle de l'uréase étant destinées à se compléter, nous avons cherché à mesurer leurs puissances combinées et associées, en milieu liquide, à celle des bacilles intérieurs du cadavre d'un animal ayant vécu. A cet effet, à l'étuve à 42°, nous avons immergé un cobaye, sacrifié depuis 72 heures,

dans un bocal de 2^l contenant 500^{cm^3} d'un bouillon de culture de ferments de l'urée.

La réaction s'est, dès les premières heures, montrée tumultueuse et un abondant dégagement de gaz s'est produit, faisant déborder le bocal. Au bout de 48 heures, le sujet semblait détruit intérieurement et, dans le délai de 120 heures, il était entièrement dissous, à l'exception du poil qui, feutré, flottait à la surface du liquide, mais qui lui-même était en grande partie solubilisé au bout de 288 heures.

En résumé, les expériences qui précèdent démontrent la préférence à donner aux ferments de l'urée pour réaliser, avec l'aide de l'humidité et d'une température appropriée, une destruction rapide de la matière organique.

La séance est levée à 16 heures et quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 23 août 1915.)

Note de M. *Paul Vuillemin,* Origine staminale du périgone des Liliacées :

Page 204, Tableau C″, dernière colonne (X), *au lieu de* 0, 90, 100, *lire* 0, 10, 90.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations astronomiques faites en France avant la fondation de l'Académie des Sciences et de l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Les découvertes mémorables (¹) qui signalèrent les premières années de l'Académie des Sciences et de l'Observatoire de Paris semblent avoir jeté dans un oubli profond les astronomes qui, auparavant, étudiaient déjà en France les mouvements célestes; car rien n'est moins connu que les premiers travaux astronomiques français; et je voudrais ici jeter quelque lumière sur les initiateurs du mouvement qui, dans la seconde moitié du XVIIᵉ siècle, aboutit à la période la plus brillante de l'Astronomie française.

Dès la plus haute antiquité, c'est la nécessité de diviser le temps, ou de créer un calendrier, qui a partout imposé à l'homme l'étude des mouvements célestes. Ensuite, c'est la croyance imaginaire à l'influence des

(¹) Application des lunettes aux quarts de cercle et emploi du micromètre à vis, qui augmentèrent la précision des observations dans le rapport de 1′ à 1″; — première mesure exacte de la Terre (Picard) qui permit l'établissement du principe de la gravitation; — découverte de l'aplatissement de la Terre (Richer) et naissance de la Géodésie; — application des éclipses des satellites de Jupiter à la détermination des longitudes, voyages astronomiques divers et perfectionnements rapides de la Géographie; — remplacement de la mesure directe des distances des astres par les méthodes méridiennes encore en usage; — découverte de plusieurs satellites de Saturne, etc.

astres sur tous les événements terrestres qui, en Égypte et surtout en Chaldée, a contribué à l'essor de l'Astronomie.

La navigation naissante dut faire sentir l'utilité de cette science aux Égyptiens; mais peut-être furent-ils postérieurs en cela aux Phéniciens, qui passent pour avoir les premiers navigué en se guidant par les astres; ce qui paraît certain, c'est que sous ce rapport les Tyriens furent les maîtres des Grecs.

Enfin, avec les philosophes ioniens, et surtout avec ceux de l'École de Pythagore, apparaît l'Astronomie scientifique, créée sous l'influence de notre besoin inné d'expliquer l'Univers, c'est-à-dire de ramener à des causes régulières et simples pour notre esprit les apparences complexes des phénomènes.

Telles sont les causes générales qui, tantôt successivement et tantôt ensemble, ont contribué aux progrès de la science des astres.

C'est en Gaule que paraît avec Pythéas ([1]) le plus ancien astronome, même le plus ancien savant connu, de l'Europe extrà-grecque, il est célèbre par ses voyages et par sa détermination de la latitude de Marseille, déduite d'une observation de la hauteur solsticiale du Soleil.

Quand l'École d'Alexandrie eut cessé d'exister, l'Astronomie fut cultivée à peu près uniquement par les Arabes.

En Occident, après les bouleversements produits par les invasions des Barbares, les traditions scientifiques ne furent conservées que dans quelques monastères d'Angleterre et d'Irlande, protégés par la mer contre les envahisseurs; et c'est de là que vint Alcuin, le collaborateur de Charlemagne dans le rétablissement des écoles, et qui professa dans la célèbre école palatine (780) : c'est là sans doute que s'était formé l'historien anonyme, connu sous le nom de l'*Astronome*, qui dans sa *Vie de Louis le Débonnaire* a conservé le souvenir de quelques phénomènes astronomiques. Mais dans la suite, sous les faibles successeurs du grand empereur, les ténèbres reparaissent; d'ailleurs il était très difficile de se procurer et de comprendre les anciens astronomes, transmis uniquement sous forme de traductions arabes.

Le plus ancien Ouvrage d'Astronomie que l'Europe occidentale ait

---

([1]) Ce qu'on sait de Pythéas se trouve réuni dans le premier Volume (1re Partie, p. 71 et p. 38) de l'*Histoire littéraire de la France* (1733), par les Bénédictins de la Congrégation de S. Maur.

produit est le traité latin de la *Sphère* (vers 1230) composé par Sacrobosco, originaire d'Angleterre, mais qui enseignait à Paris. Ce manuel, destiné à l'enseignement, fut le seul employé dans les écoles pendant 300 ans; composé des notions les plus élémentaires qu'on trouve dans Ptolémée, Alfragan et Albatenius, il n'était qu'une introduction aux Ouvrages plus savants; mais encore en 1570, Clavius, écrivant son cours d'Astronomie, ne crut pouvoir mieux faire que de le commenter et de l'étendre. Sans doute, il était la base des connaissances nécessaires aux navigateurs de l'époque pour se guider en mer.

Les préoccupations scientifiques, d'abord dominantes dans l'École d'Alexandrie, cédèrent ensuite devant les idées astrologiques, et ces idées régnèrent sans partage dans les pays arabes et dans l'Europe du Moyen-Age. Les Tables astronomiques se multiplient, il est vrai, particulièrement chez les Arabes, mais ce sont celles de l'Almageste à peine modifiées; et tant qu'elles suffisent aux prédictions astrologiques, nul ne se préoccupe de les comparer au ciel par le moyen d'observations directes.

La prise de Constantinople par les Turcs (1453) chasse de leur patrie les Grecs savants, qui se dispersent en emportant leurs manuscrits, principalement en Italie et en France; mais la rénovation des études ainsi provoquée se porte surtout sur les langues anciennes, grec et hébreu, de sorte que lorsque, en 1530, François I[er] fonde le Collège Royal, plus tard Collège de France, la chaire de Mathématiques est confiée à un étranger, l'espagnol J.-M. Poblacion (mort sans doute vers 1540), connu par un petit Traité sur l'Astrolabe. Mais ni lui, ni Oronce Finée (1494-1565) nommé en 1532 à une seconde chaire de Mathématiques, ni leurs successeurs immédiats, ne se livrent aux observations.

La nécessité, reconnue depuis longtemps, de réformer le calendrier, avait provoqué en France divers écrits, tels que ceux du Cardinal d'Ailly (1350-1420); et quand elle eut été réalisée (1582) elle en provoqua d'autres qui la critiquèrent, comme ceux de Viète (1540-1603), mais toujours sans provoquer des observations célestes.

Cependant, treize siècles après Cl. Ptolémée, Peurbach (1423-1461) et Regiomontan (1436-1476) avaient trouvé les Tables de Mars en erreur de 2 degrés; ils voulurent les rectifier, ce qui leur fit entreprendre des observations, les premières qu'on ait faites dans l'Europe moderne.

Mais déjà avaient commencé en Afrique les navigations des Normands, des Flamands, des Génois, etc.; puis survinrent les grandes découvertes

géographiques de la fin du xve siècle, celles des Portugais (¹) jusque dans l'Inde, celles des Espagnols en Amérique; tout cela vint changer l'orientation des esprits tournés vers le ciel, et les préoccupations astrologiques perdirent désormais de leur influence, tandis que les besoins géographiques s'imposèrent de plus en plus. Il était devenu indispensable, en effet, de perfectionner les méthodes de navigation, de résoudre le problème célèbre de la détermination des longitudes, dont la solution théorique avait été donnée par Hipparque au moyen des éclipses, mais dont la solution pratique, encore attendue, acquit dès lors une importance capitale.

Pour la grandeur de la Terre, on n'avait encore que les déterminations des Grecs et des Arabes, quand Fernel (1497-1558), médecin de Henri II, la détermina de nouveau; la valeur par lui obtenue se trouva très exacte, mais les moyens qu'il avait employés, pour la mesure linéaire de l'arc terrestre, ne pouvaient lui mériter une grande confiance.

MICROBIOLOGIE PATHOGÉNIQUE GÉNÉRALE. — *Phlegmon diffus de l'avant-bras suite d'une infection générale d'emblée, c'est-à-dire d'une bacillémie primitive*. Note de M. **A. Chauveau.**

Le titre de cette Note est exposé à susciter quelque étonnement chez les chirurgiens, familiarisés, comme ils le sont, avec la proposition générale inverse à celle qui est contenue dans les termes employés pour la désignation du fait particulier dont il va être question. Pour tous les chirurgiens, en effet, les manifestations phlegmoneuses diffuses, siégeant aux membres supérieurs, résultent toujours de la multiplication sur place d'un bacille qui a pénétré dans l'organisme par une porte d'entrée extérieure : telle une plaie d'inoculation à la main, même une simple piqûre superficielle à l'extrémité d'un doigt; d'où la phlegmasie locale que provoque l'agent infectant se propage de proche en proche, en suivant le trajet des voies

---

(¹) Il était intéressant d'approfondir l'histoire des moyens qu'employaient alors les navigateurs pour déterminer la position du navire, moyens qui sans doute étaient tenus aussi secrets que possible; et c'est ce que M. Joaquim Bensaube vient de faire pour les navigateurs portugais dans un Ouvrage important (*L'Astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*. Bern, 1912) accompagné de diverses reproductions de documents divers de navigation. Souhaitons que quelque travail de ce genre soit entrepris pour les navigateurs normands qui, de très bonne heure, s'avancèrent fort loin sur la côte occidentale d'Afrique.

lymphatiques. Ce ne serait qu'au moment où commencent à s'établir, dans le tissu conjonctif des régions envahies, les actions nécrotiques et pyogéniques qui caractérisent le phlegmon diffus, que pourraient se produire l'envahissement du sang par les agents microbiens et l'infection générale du sujet.

Telle est, en effet, l'opinion régnante sur la source et l'évolution du phlegmon diffus. Si universellement répandue que soit cette opinion, elle ne saurait pourtant empêcher de songer au rôle considérable joué, par la bacillémie primitive, dans les manifestations locales des infections médicales, et de se demander si celles des infections chirurgicales ne pourraient pas, elles aussi, procéder d'une bacillémie créée d'emblée par une pénétration directe du bacille infectant dans le torrent circulatoire. Au fond de leur très grande diversité, plus apparente que réelle, doivent se retrouver nécessairement, dans les manifestations de toute infection, les mêmes procédés fondamentaux régis par les mêmes lois.

Il faut reconnaître que les conditions dans lesquelles le phlegmon diffus se présente, habituellement, à l'observateur se prêtent mal à une vérification clinique rigoureusement démonstrative de la légitimité de ce rapprochement. En effet, une telle vérification clinique exige des cas spéciaux, où le phlegmon surgit sans avoir été annoncé à l'avance par aucun accident phlegmasique visible, indicateur de la porte d'entrée du virus infectant et de son transport, par les voies lymphatiques, jusqu'à la région qu'occupe le phlegmon. Or, ces cas sont rares et, quand ils se révèlent à l'observateur, les manifestations phlegmoneuses sont déjà assez avancées pour qu'on ne puisse se prononcer sur le moment de leur apparition, par rapport à celle de la fièvre qui les accompagnent toujours. Et la connaissance de ce moment est d'intérêt capital en la circonstance. Si, en effet, le premier accès du mouvement fébrile apparaissait nettement avant tout travail de prolifération du virus dans le tissu conjonctif du membre infecté, ce serait la démonstration péremptoire du fait de la pénétration directe et de la multiplication immédiate des agents de ce virus dans les vaisseaux sanguins de la région, quelle qu'elle soit, qui leur a servi de porte d'entrée.

Voilà l'importante extension de l'intervention de la bacillémie primitive que procurerait, à la pathogénie générale des maladies infectieuses, la constatation de l'existence d'un état fébrile initial très accusé, avant la naissance même des premiers signes de la manifestation phlegmoneuse.

Mais cette constatation, de si grande portée, se trouve subordonnée à une condition aussi éventuelle que nécessaire des cas observés. Il faut que

l'attention de l'observateur ait pu être attirée sur les sujets en temps opportun, c'est-à-dire pendant la courte phase préparatoire où l'accès de fièvre, avec ses deux stades de froid et de chaud, constitue le seul indice d'une infection déjà réalisée : une infection générale d'emblée, une bacillémie primitive, qui va provoquer bientôt les manifestations locales du phlegmon diffus.

Le hasard vient de me mettre en présence d'un de ces cas exceptionnels souvent cherchés par moi intentionnellement, mais en vain, surtout au moment de mes études de médecine expérimentale sur le mécanisme de la pyohémie. Ce cas, observé avec la plus rigoureuse précision, mérite d'être décrit, non seulement pour l'intérêt particulier qu'il présente, mais encore et surtout en raison de l'importance de la question générale qu'il introduit dans le domaine de la pathogénie des infections chirurgicales.

Observation. — Le cas s'est présenté à Amiens, dans l'un des hôpitaux auxiliaires de la Croix-Rouge, sur Mme X..., infirmière-major d'une grande salle de blessés, comptant 44 lits, constamment occupés, ou à peu près.

Cette infirmière-major, domiciliée à Amiens, est dressée de longue date à sa fonction. Elle la remplit à la satisfaction de tous et s'y consacre exclusivement. Installée *à demeure* à l'hôpital, elle y prend tous ses repas et y couche dans une chambre en communication directe avec la salle de blessés dont elle dirige le service des infirmières, en s'en réservant une grande part. La permanence de son contact avec les sujets qui profitent de ses soins est donc aussi complète que possible. Toutefois, cette permanence a subi un léger relâchement à partir du 9 juillet. Mme X... dut alors, pour d'autres obligations impérieuses, venir déjeuner rapidement chaque jour dans son milieu familial, où je trouvais l'occasion de me rencontrer souvent avec elle et où je pus constater qu'elle jouissait, malgré les grandes fatigues qu'elle s'imposait, de la plus florissante santé.

Cependant, de l'hôpital, on annonçait au mari de Mme X..., le 17 juillet, vers 6^h^ du soir, qu'elle était indisposée et, le lendemain matin, qu'étant en état de surmenage, elle avait besoin d'un repos complet d'au moins une semaine. Elle fut donc ramenée, le 18, vers la fin de l'après-midi, à son foyer domestique.

Que lui était-il arrivé ? Au déjeuner du 17, entre midi et 1^h^, Mme X... avait fait preuve du même excellent appétit que les jours précédents. De plus, nous pûmes nous assurer qu'en montant dans l'auto, chargée de la ramener à son hôpital, elle se trouvait en pleine possession de tout son entrain habituel. Aussi, une fois rentrée dans son service, put-elle vaquer allégrement à ses occupations courantes. Ce n'est qu'aux approches du dîner qu'elle commença à éprouver un sérieux malaise. Mme X... ne put y prendre part. A l'anorexie complète, avec langue saburrale, se joignaient des maux de tête et une grande dépression physique. *La malade dut s'aliter, en proie à un violent accès de fièvre, se révélant par la température de* 38°,5 ; *et ce stade de chaleur avait été précédé d'une sensation de froid pénible et prolongée avec chair de poule très accentuée.*

Dans la journée du 18, ce pseudo-frisson se reproduisait plusieurs fois, avec les mêmes caractères, avant le retour de la malade à son domicile. Et dans la soirée le thermomètre marquait 38°,8.

Pour un vieil observateur, appartenant à la génération qui a assisté aux grands ravages de l'infection purulente, ces constatations n'auraient pas manqué d'être alarmantes, si la pyohémie n'était devenue très rare aux temps présents. Mais il y avait des raisons plus actuelles de s'inquiéter.

En effet, les symptômes fébriles décrits et la brusquerie de leur apparition, signes certains d'une infection bacillaire généralisée, joints aux conditions dans lesquelles ils se manifestaient, me firent penser immédiatement à l'évolution d'un phlegmon diffus, dont la malade aurait, à son insu, contracté le germe en procédant au pansement de ses blessés. Mais la recherche minutieuse que j'en fis, dans les régions qui en sont le siège habituel, furent tout à fait infructueuses. *Les deux membres supérieurs étaient, en cet instant, absolument indemnes,* y compris les mains, sur lesquelles n'existait aucune blessure qui eût pu servir de porte d'entrée au virus infectant.

Le 19 (3ᵉ jour), l'état général est sans changement, surtout au point de vue des caractères du mouvement fébrile. *Mais la malade appelle elle-même l'attention sur une légère douleur qu'elle a ressentie, entre 6ʰ et 8ʰ du matin, dans les muscles de la région antérieure de l'avant-bras gauche, près du pli du coude.* Cette douleur n'est pas spontanée. Elle ne se fait sentir que pendant les mouvements du membre et n'est accompagnée d'aucune tuméfaction visible. *Je ne l'en considère pas moins comme un indice du travail pathologique attendu.*

Le quatrième jour (20 juillet), ce travail pathologique se traduit extérieurement par une tuméfaction longitudinale diffuse, parallèle à l'axe de l'avant-bras, apparaissant en saillie légère sur la moitié supérieure de sa face antérieure.

Il n'y a donc plus à douter de la naissance d'un PHLEGMON DIFFUS, SURVENANT A LA SUITE D'UNE INFECTION GÉNÉRALE D'EMBLÉE, C'EST-A-DIRE UNE BACILLÉMIE PRIMITIVE, DÉCELÉE PAR UNE FIÈVRE A FRISSON, QUI A PRÉCÉDÉ DE PLUS DE 36 HEURES LES PREMIERS SIGNES LOCAUX DE LA PHLEGMASIE DU TISSU CONJONCTIF INTERMUSCULAIRE DE L'AVANT-BRAS.

Malgré l'évidence de cette précédence, avant de l'accepter comme fait définitivement démontré, j'ai cru devoir m'assurer encore une fois de l'absence de toute trace d'une prolifération bacillaire antécédente à la porte d'entrée du virus. Mais, au lieu de rechercher directement sur la main cette introuvable porte d'entrée elle-même, je me suis appliqué à découvrir, sur la peau de l'avant-bras, en partant du siège de la tuméfaction phlegmoneuse et en remontant vers le poignet, des vestiges plus ou moins récents de traînées de lymphangite. Suivies jusqu'au bout, dans ce trajet rétrograde, elles auraient pu m'amener à leur point de départ, c'est-à-dire au lieu où s'est perpétrée l'inoculation du virus. Or *ces nouvelles investigations ont, comme les premières, abouti à un échec complet.*

Comment interpréter cet échec? On pourrait être tenté d'en conclure que la pénétration des agents infectants s'est effectuée, dans notre cas, en une région tout autre que la main du sujet. Mais une telle conclusion ne s'impose pas nécessairement. Il en est une autre, moins radicale, parfaitement autorisée par les notions que la Science possède actuellement sur le mécanisme de la pénétration des germes dans les capil-

laires lymphatiques et sanguins de la peau et des muqueuses. Cette conclusion, c'est que, *dans la plaie d'inoculation de la main, probablement une simple piqûre superficielle de la peau, à peine visible quand elle s'est produite, et devenue ensuite introuvable, le réseau lymphatique a échappé à la contamination des agents microbiens. Ils ont été introduits seulement dans les capillaires sanguins.* D'OU BACILLÉMIE PRIMITIVE, SUIVIE DE L'ÉVOLUTION CONSÉCUTIVE DU PHLEGMON. Quelle que soit, du reste, l'interprétation définitive que recevra le fait exprimé dans ces neuf mots en majuscules, ce gros fait n'en restera pas moins définitivement acquis, établi, comme il l'est, sur une démonstration clinique inattaquable.

L'observation, pour le but qu'elle se propose, pourrait finir sur ce paragraphe, qui en contient l'essence. Mais dans les jours qui suivirent, furent faites quelques constatations complémentaires, se rapportant à ce but. Il convient de les signaler.

Ainsi, l'intervention chirurgicale ayant été reconnue urgente le matin du 28 juillet (12ᵉ jour), il y fut procédé dans l'après-midi par MM. les Drs Barbarin et Gand, dans le service desquels Mme X... avait contracté son phlegmon et qui ne cessèrent de lui donner leurs soins, aussi dévoués qu'éclairés. Le pus, issu du large et profond débridement pratiqué par les opérateurs, fut examiné au laboratoire départemental de Bactériologie par son directeur, le professeur Moynier de Villepoix, qui inscrivit sur la fiche renvoyée à l'hôpital : *très nombreux streptocoques, quelques rares coccus.*

Quelques jours plus tard, le Dr Barbarin faisait radiographier, par le spécialiste des hôpitaux et ambulances, M. le Dr Degouy, l'avant-bras de la patiente. On n'y trouvait ni corps étrangers dans la profondeur des tissus, ni la moindre altération des os : constatations négatives, qui ne laissaient subsister aucune des équivoques ou incertitudes qui auraient pu planer sur la détermination de la source première où le tissu conjonctif infecté avait puisé ses germes infectants.

C'est tout. Rien d'intéressant ne s'est produit depuis. Ce serait un hors-d'œuvre de raconter comment, aujourd'hui 13 septembre, 58 jours après l'apparition des premiers signes de son infection, Mme X... se trouve arrivée bien près de son rétablissement complet.

Nombreuses et importantes sont les questions de pathogénie générale qui gravitent autour de celle qui vient d'être exposée et résolue, tout au moins partiellement, dans la présente observation. Parmi ces questions, il en est qui attendent les lumières nouvelles dont elles pourront être éclairées par l'expérimentation. D'autres, et non des moindres, trouvent tout préparés les éléments de leur solution dans des recherches déjà effectuées de médecine expérimentale. Des unes et des autres, il eût été facile de dresser ici le tableau, qui eût fait ressortir davantage l'intérêt attaché à la démonstration clinique qui vient d'être donnée du rôle dévolu à la *bacillémie primitive* dans les infections chirurgicales.

Mais il importe, pour l'instant, de ne point détourner, de cette démonstration clinique elle-même, l'attention du monde médico-chirurgical. Il importe que ladite démonstration reste en vedette, pour que, tout en

mettant à profit ses enseignements, dans les ambulances et hôpitaux militaires, la chirurgie de guerre ne néglige aucune des occasions de contrôle qui pourraient s'y rencontrer.

CONCLUSIONS. — *En résumé, la chirurgie clinique est en mesure de fournir des faits de manifestations infectieuses localisées en provenance d'une bacillémie primitive.*

Ainsi, le phlegmon diffus classique ne procède pas nécessairement de l'infection primitive du réseau lymphatique d'une plaie extérieure contaminée. Cette plaie, en effet, ne met pas le virus infectant en contact seulement avec les capillaires du système lymphatique, mais encore avec ceux du système sanguin. L'agent infectant peut donc pénétrer dans l'un de ces systèmes aussi bien que dans l'autre.

Il est vrai que, dans l'immense majorité des cas, le phlegmon diffus, qui résulte de cette double pénétration du virus, semble procéder exclusivement de l'infection lymphatique. La lésion phlegmoneuse se montre, en effet, presque toujours reliée à la plaie-porte d'entrée par des traînées de lymphangite.

Mais il se rencontre de rares cas où ces chaînes de raccordement manquent absolument. C'est surtout quand la plaie-porte d'entrée du virus se réduit à une simple piqûre cutanée, si petite qu'elle reste invisible et qu'au moment de sa production le patient n'en a même pas eu conscience. Il semble que cette condition soit particulièrement défavorable à l'infection du système lymphatique par le virus déposé dans la plaie d'inoculation. Mais la réduction au minimum des dimensions de cette plaie favoriserait, au contraire, la pénétration directe du virus dans les capillaires sanguins. D'OU UNE INFECTION GÉNÉRALE D'EMBLÉE, UNE BACILLÉMIE PRIMITIVE, SE TRADUISANT PAR UNE MANIFESTATION FÉBRILE PLUS OU MOINS VIOLENTE, TOUJOURS EN GRANDE AVANCE SUR LES MANIFESTATIONS LOCALES DU PHLEGMON LUI-MÊME.

BOTANIQUE. — *Différences essentielles entre la Capucine et les Géraniacées.* Note de M. **PAUL VUILLEMIN**.

L'éperon de la Capucine est considéré jusqu'à présent comme homologue de l'éperon de *Pelargonium*. Ce dernier, généralement adhérent au pédicelle, est parfois libre, ainsi que nous l'avons signalé chez le *Pelargonium zonale*. Dans tous les cas, l'éperon des *Pelargonium* est formé d'une portion d'un disque alternipétale, associée à une décurrence du sépale impair.

Le sépale postérieur des *Tropæolum* participe aussi à l'élaboration de l'éperon, auquel il fournit la nervure dorsale; mais il déborde sur les deux sépales voisins, englobant l'insertion des deux pétales postérieurs, dont chacun lui envoie une forte nervure latérale. Deux pétales contribuant à la formation de l'éperon, il n'est pas évident que, chez la Capucine comme chez le *Pelargonium*, la portion du disque provoquant l'expansion des enveloppes florales soit une glande épiséphale.

La Tératologie fournit les données nécessaires à la solution du problème posé par la différence visible à l'état normal entre l'éperon des Trapéolées et celui des Géraniacées. Elle démontre les deux propositions suivantes :

A. *Le système sécréteur d'une fleur de Capucine est formé de deux glandes épipétales*; B. *Il dérive d'un disque formé de cinq glandes épipétales.*

A. On a souvent signalé des fleurs de Capucine pourvues de deux ou trois éperons. Nous avons observé trois éperons dans une fleur dont les cinq lames pétalaires étaient égales et semblables aux deux pétales de la lèvre postérieure d'une fleur normale, c'est-à-dire progressivement atténuées en onglet, ornées de veines de couleur cruorique et dépourvues de franges marginales. Fait important qui n'a pas encore été relevé, les éperons sont inégaux. Le postérieur présente l'insertion habituelle et reçoit ses trois nervures principales du sépale II et des pétales II et V. Le second lui ressemble de tout point; il est innervé par le sépale I et les pétales I et IV. Le troisième est plus grêle, partiellement invaginé, ne recevant qu'une grosse nervure du pétale III. Une seconde fleur, où l'éperon grêle est libre comme les deux gros éperons, diffère de la première en ce que le pétale III offre quelques franges sur son bord postérieur brusquement étranglé, tandis que sa moitié antérieure, comme le reste de la corolle, répond au type de la lèvre postérieure. Dans une troisième fleur, le pétale III répond intégralement au type antérieur et n'est en rapport avec aucun éperon; la fleur n'en a pas moins trois éperons; mais les deux éperons supplémentaires, répondant respectivement aux pétales I et IV, sont grêles, comme s'ils résultaient de la séparation des portions épipétales du gros éperon supplémentaire des fleurs précédentes, accompagnée de la suppression de l'émergence sépalaire qui les unit.

N'est-ce pas plutôt ce dernier qui est un éperon double formé par la concrescence de deux éperons épipétales simples entraînant une émergence du sépale intermédiaire? Nous ne pouvons admettre une telle composition du gros éperon superposé aux pétales I et IV, sans l'accepter

également pour l'éperon normal qui offre les mêmes rapports avec les pétales II et V et avec le sépale intercalé qui lui fournit sa nervure dorsale. Cette conséquence est vérifiée par trois preuves :

1° *Dédoublement de l'éperon postérieur* en deux éperons simples, innervés respectivement par les pétales II et V. Dans trois cas où nous avons constaté ce dédoublement complet, le sépale postérieur n'envoie pas aux éperons de nervures plus apparentes que les sépales IV et V. Nous avons réuni une dizaine d'autres fleurs dans lesquelles l'éperon postérieur était plus ou moins bifurqué ou dans lesquelles l'une des moitiés se terminait à quelque distance de la pointe. La grosse nervure provenant du sépale, et que nous appellerons *nervure suturale*, s'arrêtait au niveau de la bifurcation, rarement dans une petite pointe différant des boutons glanduleux, ou envoyait un mince prolongement dans une des branches de l'éperon.

2° *Réduction de l'éperon postérieur* à un seul éperon simple, uninerve, quand le sépale II fait défaut et que les pétales II et V sont concrescents. Nous en avons neuf exemples.

3° *Renforcement de l'éperon postérieur* en un éperon triple par adjonction d'éperons élémentaires issus du pétale III ou du pétale IV, en un éperon quadruple par adjonction d'un éperon innervé par le pétale III, accompagnée d'une ramification du pétale V.

L'éperon est simple, double, triple ou quadruple selon qu'il reçoit des nervures de un, deux, trois ou quatre pétales et autant de glandes. Donc l'éperon normal de Capucine est un éperon double.

B. *Le disque localisé dans l'éperon de Capucine est formé typiquement de cinq glandes épipétales.* — Outre les éperons simples rattachés aux pétales II et V, issus par dissociation de l'éperon normal, nous en avons noté sept fois au niveau du pétale IV, sept fois au niveau du pétale III, deux fois au niveau du pétale I, sans compter les éperons doubles intéressant à la fois les pétales I et IV. L'activité du disque se manifeste donc au niveau de chaque pétale, mais avec une fréquence décroissante d'arrière en avant.

Relation entre la localisation du disque et la forme des pétales. — La présence d'un éperon en un point quelconque s'accompagne du passage du pétale correspondant à la structure caractéristique de la lèvre postérieure; des veines cruoriques apparaissent en même temps sur les sépales voisins, ou du moins sur la moitié contiguë. Réciproquement, tout pétale du type postérieur est en rapport avec un tissu sécréteur, du moins au moment de

sa différenciation. Dans un cas où le pétale IV était atténué, non frangé, orné de veines cruoriques, sans qu'un éperon fît saillie à son niveau, une fossette nectarifère était creusée à la base même de l'onglet. C'est une preuve directe de la situation épipétale des glandes sécrétrices, qui oppose les Tropéolées aux Géraniacées.

L'absence totale de disque dont nous avons réuni treize exemples, entraîne la suppression des caractères différentiels des deux lèvres. Les pétales, dépourvus de veines cruoriques, ainsi que les sépales, sont uniformément contractés et frangés comme dans la lèvre antérieure d'une fleur normale.

Apparence de pélorie chez la Capucine. — On serait tenté d'assimiler ce dernier cas à la *peloria anectaria* des Scrophulariacées, de même que les cas de multiplicité des éperons furent envisagés comme un acheminement à la pélorie à cinq éperons. Si, pas plus que nos devanciers, nous n'avons observé une Capucine à cinq éperons, nous sommes du moins à même de préciser à quelle condition une telle symétrie est réalisable. Pour cela, il faut et il suffit que les éperons simples observés séparément à la base de chaque pétale se trouvent réunis dans une même fleur. Avec des éperons doubles, du type normal, la polysymétrie ne serait possible qu'avec un nombre pair de pétales et de sépales. On connaît des fleurs à quatre et à six pétales. Il n'est pas invraisemblable qu'elles offrent deux ou trois éperons bipétalaires. Si l'un ou l'autre de ces cas se réalisait, on pourrait parler d'actinomorphie du calice et de la corolle comme dans les fleurs sans éperon.

Il resterait une différence majeure entre la Capucine et la Linaire pélorée. Ici l'actinomorphie s'étend à l'androcée. Chez la Capucine, l'anisomérie de l'androcée n'est pas modifiée par l'uniformisation des lames pétalaires, non plus que par la suppression ou l'extension des nectaires.

L'octandrie des Capucines est indépendante de la zygomorphie de la corolle. — On se figurait que les *Tropæolum* ont huit étamines, parce que la zygomorphie entraîne l'avortement de deux pièces d'un androcée décandre, comme elle entraîne l'absence de trois étamines chez les *Pelargonium* comparés aux *Geranium*. La théorie s'effondre, du moment que, dans les cas où la zygomorphie se modifie ou disparaît, l'effet survit à sa cause supposée. On pouvait le prévoir. La zygomorphie, qui entraîne, chez le *Pelargonium*, l'avortement de trois étamines de la lèvre antérieure réduite, ne saurait expliquer l'absence d'une étamine médiane dans chaque lèvre du *Tropæolum*.

Conclusion. — Les *Tropæolum* ne diffèrent pas seulement des Géraniacées par l'appareil végétatif. Dans la fleur, la position des nectaires est épipétale et non épisépale; le nombre typique des étamines, au lieu de dix, est huit, même dans les fleurs pentamères à corolle régularisée.

Par ces caractères fondamentaux, les *Tropæolum* s'opposent, non seulement aux *Pelargonium* zygomorphes, mais encore aux *Biebersteinia* actinomorphes, en dépit de la constitution du pistil qui, selon la remarque de Ph. Van Tieghem, justifierait mieux que la zygomorphie le rapprochement des Tropéolées et des Géraniacées.

Il faut rétablir la famille des Tropéolacées, isolée par A. de Jussieu. Elle est sans affinité avec les Géraniacées.

Nous rangeons les Tropéolacées dans le groupe des Cruciflores, pour des raisons qui seront exposées ultérieurement.

M. **Henry Le Chatelier** présente [1] à l'Académie un Volume intitulé : *Frédéric-W. Taylor*, 1856-1915, *Organisation scientifique, principes et applications*, dans lequel il résume l'Œuvre du grand ingénieur américain F. Taylor, mort récemment à Philadelphie. F. Taylor est surtout connu du grand public par sa méthode d'organisation scientifique du travail dans les usines. C'est là une question d'actualité, car, au lendemain de la guerre, nous aurons un effort considérable à fournir pour réparer les ruines accumulées; il faudra donner à notre production nationale un nouvel essor. Le système Taylor permettra d'atteindre ce résultat, car il double et triple la capacité de production de chaque travailleur. Cette possibilité doit réjouir tous les bons Français, mais elle est particulièrement intéressante pour les savants, puisqu'elle est la conséquence directe de la mise en œuvre de méthodes scientifiques de travail.

Elle doit encore nous intéresser à un autre point de vue. La pensée scientifique, comme le goût littéraire et l'imagination artistique subissent, dans le temps et l'espace, des fluctuations répétées. Il y a des périodes d'éclat voisinant avec des époques de déclin. De temps en temps des maîtres, retrempés au contact de la nature et de la réalité des faits, viennent entr'ouvrir de nouveaux horizons. Leurs élèves et leurs admirateurs se contentent de les imiter, souvent avec succès; mais les élèves de leurs élèves tombent bientôt dans le poncif et dans le bavardage. Il faut

(1) Séance du 6 septembre 1915.

alors, pour engendrer de nouveaux éléments de vie, de nouveaux contacts avec la nature lorsque la Science classique tend ainsi à oublier la méthode pour se noyer dans la documentation et la symbolisation. F. Taylor, devant ses machines-outils, a acquis une compréhension très juste de la Science et a inauguré des voies nouvelles. A ce seul point de vue, complètement étranger aux préoccupations industrielles, la lecture de ses Mémoires peut déjà être infiniment profitable.

MÉMOIRES LUS.

Cannes et béquilles en Orthopédie dynamique. Modèle scientifique d'une canne-soutien; par MM. Tuffier et Amar.

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats de nos recherches en Orthopédie appliquée à la *locomotion*. L'idée nous en a été imposée par le grand nombre de blessés qui font, à des conditions très fâcheuses pour leur équilibre physiologique, usage des *béquilles*. Or les béquilles, non seulement occasionnent des désordres de la motricité prenant toutes les formes de la parésie, ou comme on dit de la *paralysie des béquillards*, mais elles suppriment chez l'impotent toute velléité de *rééduquer ses jambes*. Confiant dans la stabilité de son corps ainsi suspendu par l'axe des articulations des épaules, il s'abandonne à ses béquilles et renonce à rétablir progressivement l'activité des muscles locomoteurs. Ce double inconvénient peut lui être épargné, soit par la substitution temporaire de *cannes spéciales* aux béquilles, soit par la transformation convenable de ces dernières.

Réservons pour le moment la seconde solution et définissons la locomotion telle qu'elle s'effectue à l'aide des *cannes*. Ici, le corps reçoit l'*impulsion* de la jambe arrière, et le centre de gravité décrit une courbe comme s'il était à l'extrémité libre d'un pendule dont le point fixe serait au sol. Mais, tandis que la longueur pendulaire est presque *invariable* avec les béquilles, elle utilise avec les cannes tout le membre supérieur, c'est-à-dire un *système articulé*, il s'ensuit une *flexion au coude* lorsque le corps passe dans le plan vertical des appuis, et si rien ne soutient les avant-bras, toute la masse en mouvement agira péniblement sur les poignets. Il est nécessaire de rappeler

à ce sujet que l'articulation du poignet est très mobile, très libre, aux dépens de sa solidité. La douleur qu'un effort considérable y détermine a vite fait d'en limiter l'exercice.

Il fallait donc constituer une *canne-soutien*. Des types assez nombreux en ont été donnés. Celui d'un mécanicien de Nancy, M. Schlick, nous a paru le plus ingénieux. Il réalise le soutien par l'addition d'un *ressort tangent* qui fait un certain angle avec l'axe de l'instrument. Nous avons approfondi l'étude de cette canne-soutien en modifiant la répartition du poids du corps sur le ressort et la poignée, en explorant graphiquement les points où agit la pression, en cherchant la loi de l'action musculaire dans ses relations avec l'angle de flexion du coude. D'une part, l'analyse expérimentale nous a montré la nécessité de relever la poignée de 6° à son extrémité libre et de fixer à 26^{cm} la longueur du ressort; d'autre part, l'arthrodynamomètre (1) assigne la valeur optimum de 140° à l'angle de flexion pour que le membre supérieur soutienne une partie de la charge totale avec le *minimum de fatigue*. Enfin, l'instrument construit sur ces données, nous évaluons le *prix énergétique* de la marche, tantôt à cannes et tantôt à béquilles, à la même allure. L'évaluation est faite en calories d'après la consommation effective d'oxygène respiré, suivant un dispositif de mesurage qui sera décrit ailleurs.

Le modèle scientifique de canne-soutien n'est pas économique si on le compare à des béquilles parfaitement appropriées à la taille, il entraîne une dépense d'énergie de 125 *contre* 100, mais il supprime tous les inconvénients décrits ci-dessus et, notamment, les accidents de la motricité dont la fréquence est d'environ 19 pour 100, d'après une enquête expérimentale que nous avons faite à l'hôpital de la Maison-Blanche. Il convient, de plus, à la rééducation fonctionnelle; aussi recommandons-nous son emploi comme une solution physiologique précieuse du problème de la locomotion des amputés et des blessés des jambes. Il ne peut supprimer l'emploi des béquilles, mais il le réduit. Et voici maintenant sa description :

Description de la canne-soutien. — Elle se compose d'une canne ordinaire en bois, de préférence en frêne, terminée supérieurement par une poignée disposée à 96° sur l'axe de l'instrument. En regard de cette poignée se fixe une lame de ressort inclinée à 19° sur le même axe; elle est appuyée par une pièce de fer faisant contre-ressort et elle porte à son extrémité libre un demi-bracelet qui reçoit l'avant-bras à

(1) *Comptes rendus*, t. 160, 7 juin 1915, p. 730; t. 161, 23 août, p. 218.

quelques centimètres au-dessous de l'olécrâne. Les détails de la construction sont le fruit des mesures cinématiques et dynamographiques. En particulier, la poignée, également en bois, est renflée au milieu, son diamètre maximum est de $3^{cm},50$ et va en diminuant peu à peu de manière à former une sorte de barillet; elle se termine par un disque de $3^{cm},70$. Le ressort est plat, d'une largeur de 3^{cm} et d'une force de 30^{kg} environ pour une flèche qui n'atteint pas 1^{cm}. Il doit être en acier pour posséder l'élasticité qui, après avoir amorti le choc de la pression et emmagasiné le travail de déformation, restitue ce travail et contribue à *régulariser* l'oscillation pendulaire du corps. Son inclinaison et sa longueur se trouvent combinées de façon à lui faire partager, *à égalité avec la poignée*, la charge totale du corps.

Quant à la hauteur de la canne, mesurée depuis le sol jusqu'à la naissance de la poignée (face supérieure), elle se déduit pratiquememt de la taille du malade: on prendra la moitié de cette taille plus 2^{cm}. Ainsi, un homme moyen d'une taille de $1^{m},68$ aura une canne de:

$$\frac{1,68}{2} + 2 = 0^{m},86.$$

Enfin l'extrémité inférieure de la canne est munie d'un étui en caoutchouc qu'on peut doubler extérieurement d'une capsule de cuir.

Si toutes ces conditions sont satisfaites, le centre de gravité ne subit que de faibles oscillations, la marche s'effectue sans gaspillage d'énergie et le blessé n'a plus à redouter l'un ou l'autre des risques que nous avons signalés.

Nous compléterons, dans un Mémoire d'ensemble sur la question des cannes et des béquilles, les renseignements concernant l'analyse de ces modes de locomotion et la rééducation fonctionnelle, qui ne sauraient être plus longtemps laissés à l'empirisme. Médecins et chirurgiens devront y penser pour le bien des glorieuses victimes de la guerre.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Mesure directe des accélérations.* Note (1) de M. **B. Galitzine**, présentée par M. Lippmann.

Pour faire servir à la détermination des accélérations l'appareil décrit dans une Note précédente (2), on commence par mettre à la terre, l'appareil étant en repos et la pression $P = P_0$, la corde de l'électromètre, qui est

(1) Séance du 30 août 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 281.

toujours en contact métallique avec la face extérieure de la plaque piézo-électrique. Ceci donne la ligne de zéro sur le papier photographique ($y=0$). Après quoi on supprime la communication de l'électromètre avec la terre. Soit maintenant y le déplacement de l'image de la partie centrale de la corde qui correspond à la pression P; alors y sera proportionnel à $P-P_0$ ou à p.

On peut donc poser

$$y = kp, \tag{2}$$

puis, en combinant (2) avec l'équation (1) de la Note précédente (p. 283)

$$p = M w \cos\alpha \tag{1}$$

et posant

$$A = \frac{1}{k M \cos\alpha},$$

on aura

$$w = A y. \tag{3}$$

Donc l'accélération cherchée est directement proportionnelle à l'ordonnée y.

A est une constante instrumentale, facile à déterminer chaque fois sur place. Il suffit pour cela de suspendre une petite masse auxiliaire m au crochet H (voir la figure de la Note précédente, p. 282) au-dessous de la masse M et de mesurer, quand l'appareil est en repos, l'écart correspondant y_1.

En désignant par L la distance de H et par l la distance du centre de gravité de la masse mobile M à l'axe de rotation E, on trouve facilement la relation suivante :

$$A = \frac{L}{l}\frac{m}{M}\frac{g}{y_1}\operatorname{tang}\alpha. \tag{4}$$

Pour étudier expérimentalement l'applicabilité de cet appareil à l'étude des accélérations, j'en ai construit un modèle, que j'ai installé sur ma grande plate-forme mobile, pouvant exécuter un mouvement vibratoire de période et amplitude connues :

$$x = a \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Le mouvement de la plate-forme a été enregistré sur papier enfumé.

Pour l'accélération correspondante on a (indépendamment du signe)

$$(5)\qquad w = \frac{4\pi^2}{T^2} a \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Les formules (3) et (5) montrent que, si x correspond à un mouvement harmonique, la courbe pour y sera aussi une sinusoïde de même période T et sans aucune différence de phase *supplémentaire*.

L'expérience a complètement confirmé ce résultat.

Voici par exemple les périodes obtenues :

Périodes.	D'après la plate-forme.	D'après l'électromètre.
T_1	$3^s,25$	$3^s,29$
T_2	1,82	1,82
T_3	0,83	0,83

En désignant par y_m la valeur maximum de l'écart y et par q le rapport $\frac{y_m}{a}$, on trouve immédiatement que

$$(6)\qquad q = \frac{4\pi^2}{A}\frac{1}{T^2},$$

q est donc inversement proportionnel au carré de la période T.

Les observations ont donné les valeurs moyennes suivantes :

$$\frac{q_2}{q_1} = 3,2, \qquad \frac{T_1^2}{T_2^2} = 3,2,$$
$$\frac{q_3}{q_1} = 14, \qquad \frac{T_1^2}{T_3^2} = 15.$$

L'accord entre la théorie et les observations est donc très satisfaisant.

La figure ci-contre donne des exemples des courbes ainsi obtenues : en haut les courbes de l'électromètre, en bas celles du mouvement de la plate-forme.

Nous voyons donc que cet appareil, très simple et commode dans son application, est en effet en état de donner directement les valeurs instantanées des accélérations.

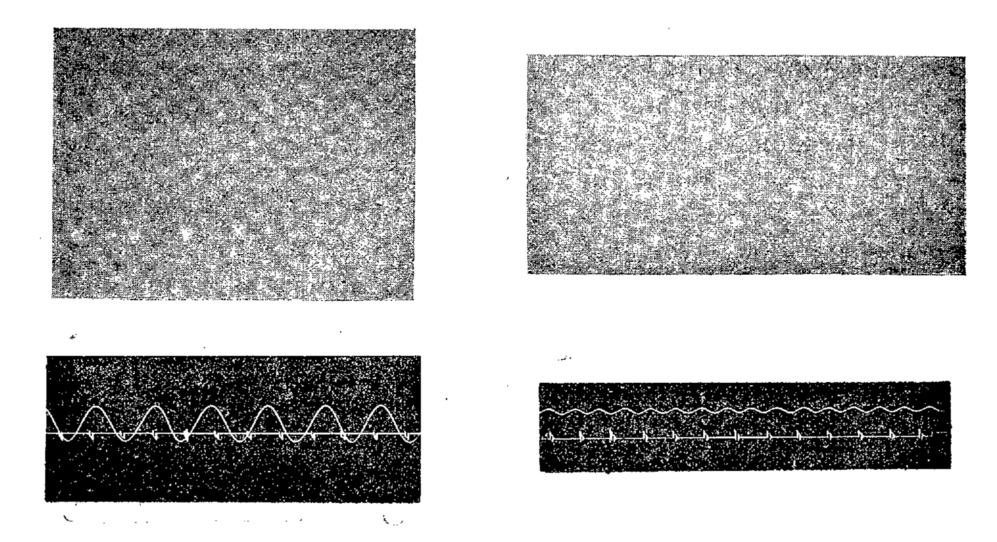
La valeur de la constante A [voir la formule (3)] a été trouvée égale à 3,3 C. G. S.

J'ai étudié encore, au moyen de cet appareil, des mouvements vibratoires de la plate-forme, de très courte durée, obtenus par exemple en faisant tomber sur la plate-forme différents poids. Dans ce cas une période T de $0^s,197$ s'est toujours nettement dessinée; elle correspond rigoureusement

à la demi-période de la vibration fondamentale des bandes métalliques qui soutiennent la plate-forme mobile. Pour des périodes aussi courtes que celle-là, l'appareil devient d'une extrême sensibilité. Dans ce cas de $T = 0^s,197$, une valeur de y_m de 1^{mm} correspond à 3,2 *microns* pour l'amplitude du mouvement de la plate-forme.

J'ai pu aussi constater des vibrations élastiques de la plate-forme elle-même avec une période d'environ $0^s,05$-$0^s,06$.

L'appareil pour la composante verticale est basé sur les mêmes principes;



il est encore plus simple. Pour l'étude complète des accélérations, il faut évidemment avoir trois appareils distincts. Il y a également lieu, pour les appareils horizontaux, d'introduire une petite correction $Mz''\sin\alpha$ due à l'influence de l'accélération verticale.

En résumé, nous voyons que l'appareil décrit dans la Note citée est, comme l'ont prouvé les expériences de laboratoire, réellement en état de donner sans aucun retard les valeurs instantanées des accélérations, et pour une loi de mouvement complètement arbitraire. Sa sensibilité peut être réglée à volonté.

Cet appareil pourrait peut-être rendre des services utiles non seulement en Sismologie et dans l'étude de différents genres d'ébranlements artificiels, mais aussi dans tous les cas de la pratique où il s'agit de déterminer la valeur instantanée de la pression : en Météorologie, par exemple, en Aérodynamique, pour les relevés de diagrammes de différents types de

moteurs, etc. Il pourrait aussi être éventuellement utile dans la navigation aérienne et sous-marine pour déterminer la direction du mouvement accéléré.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la décomposition du cyanate de potassium par la chaleur.* Note (¹) de **M. A. Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

On sait (²) que, lorsqu'on fond le cyanure de potassium au contact de l'air, il absorbe toujours une certaine quantité d'oxygène en formant une quantité correspondante de cyanate de potassium,

$$KCN + O = KOCN.$$

Inversement, nous avons constaté que, par chauffage du cyanate de potassium à des températures variant de 700° à 900°, il se produisait toujours une certaine quantité de cyanure de potassium.

Pour cela, on introduisait environ 55^g de cyanate de potassium dans des tubes en nickel pur, qu'on fermait au moyen de bouchons à vis également en nickel avec interposition d'une garniture d'amiante. Ces tubes étaient immergés verticalement dans des bains salins fondus d'assez grande masse (environ 50^{kg}), pour avoir une température aussi constante que possible; cette température était mesurée par un couple Le Chatelier plongeant dans le bain salin; on réglait le chauffage de façon à maintenir des températures de 700°, 750° et 900° pendant des durées de 2 et de 4 heures. L'opération terminée, on dosait dans le produit obtenu le cyanure de potassium, par précipitation, à l'état de cyanure d'argent, au moyen de l'azotate d'argent en liqueur rendue acide par AzO^3H; le précipité obtenu était dissous dans le cyanure de potassium à chaud et la liqueur soumise à l'électrolyse, pour déposer l'argent qu'on pesait.

Un essai fait par cette méthode sur le cyanate employé avant chauffage n'a décelé aucune trace de cyanure de potassium. Les résultats des expériences sont consignés dans le Tableau suivant; les analyses ont été faites en double et l'on a pris la moyenne des résultats.

(¹) Séance du 6 septembre 1915.

(²) Voir Ditte, *Étude des sels*, t. 1, p. 103.

TABLEAU I.

Température de chauffage.	Durée du chauffage en heures.	Teneur en KCN du produit obtenu. — Moyennes de 2 analyses.
°		pour 100
700	2	20,94
700	4	28,49
750	2	33,66
750	4	40,20
900	2	53,08
900	4	48,91

La quantité de KCN produit croît avec la température de chauffage dans les limites indiquées.

On a effectué une autre série d'expériences en additionnant le cyanate de quantité variables de cyanure; en opérant de la même façon que précédemment, on a trouvé les résultats suivants qui indiquent une augmentation de la teneur en KCN. Le cyanure de potassium ajouté contenait 0,48 pour 100 KOCN.

TABLEAU II.

Teneur en KCN du mélange avant chauffage.	Température de chauffage.	Durée de chauffage en heures.	Teneur en KCN du mélange après chauffage.
pour 100	°		
50	750	4	60,06
75	900	»	82,40
»	»	»	82,62
50	»	»	70,26
25	»	»	59,81

Il y a donc, dans ces deux séries d'expériences, production de KCN aux dépens du cyanate; le fait connu de la formation de KOCN par action de l'oxygène sur KCN semble indiquer la réversibilité du phénomène. Si l'on admet la réaction réversible

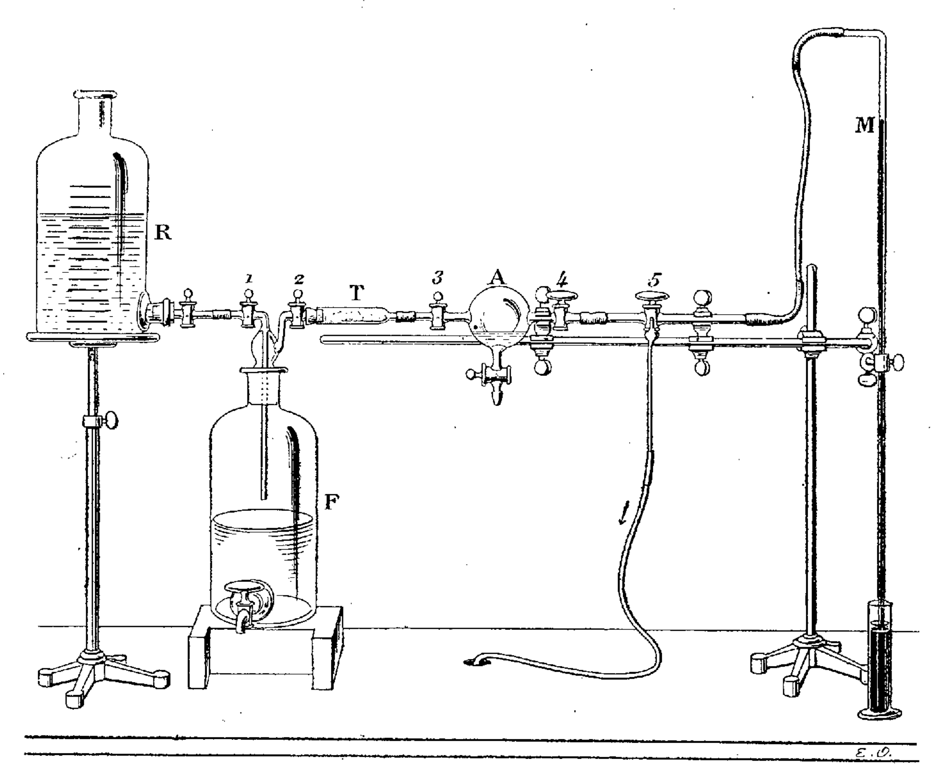
$$KOCN \rightleftharpoons O + KCN,$$

l'étude complète de l'équilibre KOCN, KCN et O, dans les limites de température des expériences précitées, devrait se faire en déterminant la composition du mélange fondu en fonction de la température et de la pression de l'oxygène; car, en raison de la miscibilité à l'état liquide de KCN et KOCN, le système est bivariant.

Quoi qu'il en soit, la formation de KCN par chauffage de KOCN établit une analogie entre ce dernier sel et les chlorates, bromates et iodates de potassium qui, par chauffage, donnent naissance aux chlorures, bromures et iodures de potassium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dispositif pour l'essai rapide des substances employées contre les gaz nocifs.* Note (¹) de M. E. **Kohn-Abrest**.

J'indiquerai le dispositif suivant pour l'essai rapide des substances employées ou préconisées dans le public comme moyen de protection contre les gaz nocifs.



F est un flacon de 4¹ dans lequel se trouve le gaz étudié sous une dilution donnée. T est un tube de verre spécial dont l'extrémité est étirée et dans lequel se trouve le tampon imprégné par la substance soumise à l'essai. Ce tube s'adapte au corps de l'appareil C par des joints en caoutchouc. A est une ampoule de verre d'environ 250^{cm^3}.

(¹) Séance du 6 septembre 1915.

à trois tubulures avec robinets, dans laquelle on fait le vide par le jeu d'un robinet (n° 5) à deux voies, relié à une trompe et à un manomètre (M). Lorsque le vide est fait dans l'ampoule, il suffit, pour y réaliser l'aspiration des gaz, d'ouvrir un des robinets du flacon F (n° 2). La vitesse de pénétration des gaz, dans ces conditions, est à peu près celle d'une inspiration calme. On sait que le volume d'air qui pénètre dans les poumons, lors d'une inspiration de ce genre, est d'environ 500^{cm^3}, soit le double du volume de l'ampoule. Étant données certaines conditions spéciales, il nous a paru qu'une aspiration de 250^{cm^3} suffisait ici [1].

On donnera ici, *à titre d'indication*, les résultats de quelques essais pratiqués sur des mélanges variables d'*air* et de *chlore* mis en présence de substances absorbantes diverses.

Après d'assez nombreux tâtonnements, la disposition la meilleure pour la garniture du tube a paru la suivante : on introduit successivement dans ce dernier 1^g *de coton hydrophile sec*, 1^g de coton hydrophile imprégné de 4^g du liquide soumis à l'essai, enfin un léger tampon de ouate hydrophile. L'espace occupé par les cotons était, autant que possible, toujours le même au cours des différentes expériences et les tubes en usage étaient tous semblables. Une seule aspiration a été effectuée dans cette première série d'expériences [2].

Toutes les solutions employées pour imprégner le coton étaient saturées, sauf la solution d'iodure de potassium (30 pour 100).

Les proportions volumétriques de glycérine ajoutées dans certains essais étaient d'environ $\frac{1}{9}$.

A la fin de chaque expérience, le dosage du chlore résiduel a été effectué

---

(1) Les détails d'une opération sont d'ailleurs les suivants : On fait le vide dans l'ampoule par le jeu du robinet (n° 5), on vérifie, en tournant le même robinet, le degré du vide ($H = 10^{mm}$ à 12^{mm}). On ouvre ensuite les robinets n°s 2 et 3 qui assurent la communication de l'ampoule avec le flacon à gaz (F) par l'intermédiaire du tube contenant le tampon (T). On amène enfin la pression dans l'ampoule au degré voulu (de 3^{cm} inférieure à la pression atmosphérique) en ouvrant le robinet de la fontaine R. Celle-ci contient un liquide destiné à déplacer le gaz étudié et qui lui est approprié. S'il s'agit de chlore, on emploiera une solution saturée et *neutre* de sel marin agitée dans une atmosphère de chlore. On ferme ensuite les différents robinets et l'on introduit dans l'ampoule, par la tubulure verticale, le réactif qui sert à mesurer la partie du gaz non absorbée par le tampon. Grâce à la légère dépression qui règne dans l'ampoule, le réactif pénètre avec facilité.

(2) Dans d'autres séries d'expériences effectuées on a réalisé autant d'aspirations qu'il était nécessaire pour que la substance devienne pratiquement inerte vis-à-vis du chlore. On détermine ainsi un *coefficient d'absorption*.

au moyen d'une solution d'iodure de potassium à 10 pour 100 en titrant l'iode mis en liberté par de l'hyposulfite $\frac{N}{100}$.

TABLEAU. — *Proportions volumétriques de chlore dans l'air* (1).

Substances servant à imprégner les tampons.	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.	
	Avant passage.	Après passage.	Avant passage.	Après passage.	Avant passage.	Après passage.	Avant passage.	Après passage.	Avant passage.	Après passage.	Avant passage.	Après passage.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 1000		p. 10000		p. 100000	
Coton sec	10	»	7,5	»	1	0,85	1	néant	1	néant	1	néant
Coton humide	10	»	7,5	»	1	0,60	1	»	1	»	1	»
Carbonate de soude	10	0,05 et traces	7,5	traces	1	néant	1	»	1	»	1	»
Bicarbonate de soude	10	très (2) variable	7,5	3,5	1	»	1	»	1	»	1	»
Hyposulfite de soude	10	néant	7,5	néant	1	»	1	»	1	»	1	»
Iodure de potassium ou de sodium	10	néant	7,5	»	1	»	1	»	1	»	1	»
KI + carbonate de soude	10	»	7,5	»	1	»	1	»	1	»	1	»
Carbonate de soude et hyposulfite	10	»	7,5	»	1	»	1	»	1	»	1	»
Bicarbonate de soude et hyposulfite	10	»	7,5	0,37	1	»	1	»	1	»	1	»
Hyposulfite, carbonate et glycérine	10	»	7,5	»	1	»	1	»	1	»	1	»
Hyposulfite, bicarbonate et glycérine	10	»	7,5	»	1	»	1	»	1	»	1	»

On tire de ces essais différentes indications : lorsque les proportions volumétriques de chlore dans l'air sont de l'ordre du *millième*, le coton hydrophile (neutre) imbibé ou non d'eau distillée suffit pour les absorber. En ce qui concerne la valeur relative des différentes autres substances énoncées ci-dessus, elle n'est appréciable que lorsque les proportions volumétriques de chlore sont supérieures à 1 pour 100.

Au-dessous de cette teneur, les différentes substances étudiées ci-dessus ont, *s'il ne s'agit que d'une seule aspiration*, toutes à peu près la même activité vis-à-vis du chlore. Vis-à-vis des mélanges contenant plus de 1 pour 100 de chlore, les solutions saturées de carbonate de soude agissent très énergiquement. Les solutions de bicarbonate sont médiocres. L'hyposulfite de soude possède l'inconvénient de dégager, au contact du chlore,

(1) Les mélanges d'air et de chlore ne sont colorés que si la proportion de chlore est supérieure à 4 ou 5 pour 100; la coloration jaune verdâtre est très faible pour des proportions inférieures à 10 pour 100.

(2) Entre 1,5 et 6 pour 100.

de l'acide sulfureux ([1]), d'où l'addition nécessaire de *carbonate de soude* en excès pour parer à cet inconvénient assez sérieux, et qui n'est pas facilement corrigé par le *bicarbonate de soude*.

L'adjonction de glycérine ne sert point seulement à éviter l'évaporation; elle rend un peu plus régulière l'absorption du chlore.

Enfin, l'iodure de potassium agit très énergiquement, l'iode formé reste fixé sur le coton à l'état d'iodure ioduré et vraisemblablement aussi de chlorures d'iode.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des algues des filtres à sable submergé sur la composition chimique de l'eau.* Note ([2]) de **Léon Gizolme**, présentée par M. L. Maquenne.

M. Marboutin a montré ([3]) que la teneur en oxygène dissous des eaux issues des filtres à sable submergé subit au cours d'une même journée des variations importantes. J'ai eu l'occasion de vérifier ce fait fréquemment et j'ai en outre constaté que l'alcalinité présente aussi, suivant l'heure du prélèvement, des différences considérables.

Y a-t-il un rapport entre ces variations et à quelle cause doit-on les attribuer?

Pour le savoir j'ai dosé toutes les 3 heures, pendant 24 heures, l'alcalinité et l'oxygène en solution dans l'eau avant et après filtration. Le filtre observé (nº 6 de la station de Saint-Maur), en marche depuis 11 jours, était alimenté par de l'eau de Marne clarifiée par des préfiltres (filtres à grand débit). Les résultats de ces dosages sont mentionnés au Tableau ci-après :

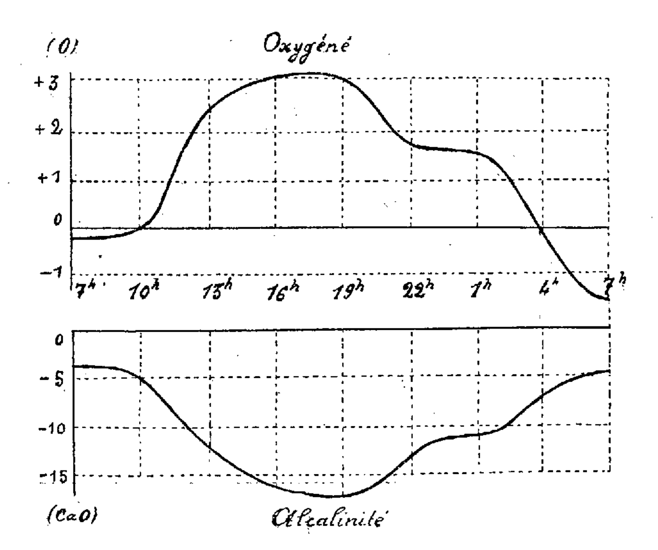
([1]) Il nous a paru se former du chlorure de sulfuryle après plusieurs aspirations.

([2]) Séance du 30 août 1915.

([3]) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1008.

Heure du prélèvement.	Alcalinité. (En milligrammes CaO par litre d'eau). Avant filtration.	Après filtration.	Oxygène en solution. (En milligrammes O par litre d'eau). Avant filtration.	Après filtration.
h	mg	mg	mg	mg
20 juin 7........	112	108	7,8	7,6
» 10........	112	107	8,2	8,2
» 13........	110	98	8,2	10,6
» 16........	111	95	8,0	11,0
» 19........	111	94	8,2	11,2
» 22........	111	98	8,0	9,6
21 juin 1........	111	100	7,5	9,0
» 4........	112	105	7,8	7,7
» 7........	113	108	7,8	6,1
Moyennes......	111,4	101,5	7,9	9,0

On voit que du matin au soir l'alcalinité diminue et l'oxygène augmente, tandis que la nuit c'est l'inverse.



Si nous traçons le graphique de ces variations en portant en ordonnées les différences d'oxygène et d'alcalinité déterminées par la filtration, nous obtenons deux courbes symétriques [1].

[1] Pour faciliter la comparaison, les dimensions des ordonnées sont calculées de manière que les deux courbes, représentant deux phénomènes simultanés, aient la même amplitude.

Ces variations sont donc dues à la même cause agissant en sens contraire. Cette cause est l'action des algues qui, l'été surtout, se développent abondamment à la surface du sable.

Sous l'influence de la lumière solaire, la chlorophylle des algues décompose l'acide carbonique en solution, d'où une augmentation de la teneur en oxygène de l'eau et une réduction de l'alcalinité due à la précipitation d'une certaine quantité de carbonate de chaux insolubilisé par la perte de CO^2.

On s'explique facilement dès lors que les eaux issues des filtres le soir, alors que la fonction chlorophyllienne prédomine sur la respiration, présentent un maximum d'oxygène et un minimum correspondant d'alcalinité.

L'eau qui filtre la nuit, influencée par le seul phénomène de la respiration des algues, contient moins d'oxygène et a une alcalinité sensiblement égale, semble-t-il, à celle de l'eau affluente.

L'influence de la filtration sur l'alcalinité et l'oxygène en solution dans l'eau varie, on le conçoit, avec l'âge du filtre. Le Tableau suivant indique les réductions d'alcalinité que j'ai observées, en juillet, sur quelques filtres de la station d'Ivry. Tous les prélèvements ont été exécutés à la même heure (17^h); les chiffres obtenus sont donc comparables.

Numéros des filtres.	Réduction de l'alcalinité (en milligrammes de CaO par litre d'eau).											
	1er jour.	2e jour.	4e jour.	5e jour.	6e jour.	7e jour.	8e jour.	9e jour.	11e jour.	12e jour.	14e jour.	21e jour.
13........	2	5	8	15	18	22	26	20	18	»	»	6
17........	4	4	8	15	18	25	28	19	18	»	»	6
21........	4	4	12	29	26	24	22	16	16	»	»	5
28........	»	»	7	8	10	»	16	24	20	19	12	8
33........	»	«	»	»	»	22	22	»	18	16	12	9
Moyenne.	3,3	4,3	8,7	16,7	18,0	23,2	22,5	19,7	18,0	17,5	12,0	6,8

On voit que, pour chaque filtre, la réduction de l'alcalinité déterminée par la filtration, d'abord très faible, s'élève progressivement, passe par un maximum et baisse ensuite lentement.

Si l'on observe les bassins filtrants qui donnent une réduction élevée, on constate que l'eau qui surmonte le sable s'est troublée. Elle a dans la masse une teinte brunâtre, quelquefois brique. Des bulles de gaz viennent, le soir surtout, crever à la surface : « Le bassin fait sa maladie », disent les ouvriers d'Ivry. En agitant l'eau, on y distingue nettement une poussière

en suspension, qui se dépose à la longue et apparaît au microscope formée d'une multitude de diatomées. Ce n'est que plus tard qu'on observe l'apparition des algues filamenteuses. Le gaz qui se dégage contient 55 à 60 pour 100 d'oxygène.

Après quelques jours, le bassin se clarifie; la réduction d'alcalinité diminue. Les diatomées tombent sur le sable où elles forment des dépôts très légers qui s'étendent progressivement sur toute la surface. Cette couche s'accroît, devient de plus en plus consistante : c'est ce que les spécialistes appellent la *membrane* du filtre, dont le rôle dans l'épuration bactériologique est bien connu.

On comprend dès lors les variations saisonnières de la réduction de l'alcalinité et l'influence exercée sur ce phénomène par les conditions atmosphériques. L'hiver, les journées sont courtes et brumeuses, il y a peu d'algues sur les filtres; la réduction d'alcalinité est faible. Elle s'élève notablement l'été, surtout les jours ensoleillés.

En résumé, la réduction d'alcalinité déterminée par la filtration est fonction du développement et de l'activité chlorophyllienne des algues, comme aussi de l'heure du prélèvement, de l'âge du filtre, de la saison, des conditions atmosphériques et enfin, naturellement, de la vitesse de filtration. J'ai constaté qu'elle est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse du débit des filtres.

Y a-t-il un rapport entre la vitalité des algues et l'épuration bactériologique ? C'est ce qu'une observation prolongée nous apprendra.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les conditions les plus favorables à la cicatrisation rapide des plaies*. Note de M. **J. Tissot**, transmise par M. A. Chauveau.

Dans une Note récente, Dakin a indiqué les conditions qu'il a cherché à réaliser, dans des études avec Carrel sur le traitement des plaies de guerre, pour obtenir une substance antiseptique ayant le maximum d'efficacité.

L'idée directrice de Dakin et Carrel est de réaliser l'asepsie des plaies, condition essentielle pour eux, à l'aide d'un liquide fortement antiseptique, peu toxique et non irritant. C'est cette idée qui les a conduits à supprimer l'action irritante des hypochlorites.

D'autre part, M. Delbet a lu, dans la séance du 6 septembre 1915, un Mémoire dans lequel il considère les antiseptiques comme inutiles et préconise l'emploi de solutions salines.

L'observation montre :

1° Que les hypochlorites alcalins sont des corps dont l'action antiseptique puissante est incontestablement utile dans certains cas; la preuve expérimentale indiscutable en est donnée par la suppression en 24 ou 48 heures, au moyen de solutions de ces corps, de l'odeur infecte de certaines plaies sur laquelle les liquides peu ou pas antiseptiques n'ont pas d'action;

2° Que les hypochlorites, contrairement à d'autres antiseptiques, tuent les microbes, mais non les éléments anatomiques, qu'ils stimulent au contraire; ils agissent ainsi parce que le microbe garde tout l'antiseptique que la diffusion y fait pénétrer jusqu'à l'équilibre et qui le tue, tandis que l'élément anatomique le rejette dans le sang au fur et à mesure de sa pénétration, évitant ainsi qu'il s'y accumule en quantité nuisible;

3° Que la principale cause de l'effet très favorable, et depuis longtemps connu, des solutions des hypochlorites du commerce doit être attribuée à leur action irritante; leur action microbicide sûrement favorable et utile paraît ne jouer qu'un rôle secondaire dans la rapidité de cicatrisation des plaies.

Le traitement que fait subir Dakin aux solutions d'hypochlorite, en vue de supprimer leur action irritante, ne peut donc que diminuer leur efficacité dans le traitement des plaies. Les effets de cette action irritante ne sont pas spéciaux aux solutions d'hypochlorite; en effet :

L'observation montre que les actions qui accroissent au maximum la prolifération des tissus lésés sont celles qui, en les irritant, y provoquent des phénomènes (hyperhémie, développement de la vascularisation) nécessaires au rétablissement de la nutrition normale des éléments anatomiques.

Quand on examine les diverses méthodes de traitement qui paraissent les plus efficaces, on voit qu'elles ont toutes pour base l'action d'un agent irritant ou excitant, de nature physique (lumière solaire ou électrique, rayon X, chaleur sous ses différentes formes, etc.) ou chimique (solutions d'hypochlorites alcalins, iode, solutions acides, liqueur de Villate, nitrate d'argent, sels caustiques divers, etc.) qui toujours, suivant le degré de son action, détermine une hyperhémie plus ou moins accentuée des tissus.

Il est facile de se rendre compte, par exemple, que l'action très favorable des hypochlorites alcalins résulte moins de leur action bactéricide que de leur action irritante ou excitante sur les tissus. On rencontre très fréquemment des plaies de diverses natures (certains ulcères variqueux par

exemple) dont la suppuration est à peu près nulle et qui ne présentent aucune tendance à la cicatrisation. L'infection ne joue dans ces plaies qu'un rôle insignifiant, le retard de la cicatrisation relevant seulement de la nutrition défectueuse des tissus lésés et de la diminution de leur vitalité.

Les solutions d'hypochlorites alcalins et particulièrement les solutions d'hypochlorite de calcium (chlorure de chaux du commerce), appliquées sur ces plaies, en modifient l'aspect très rapidement et rendent une grande activité de prolifération aux tissus lésés. L'effet remarquable de l'hypochlorite de calcium est donc dû, dans ce cas, à son action irritante et non à son pouvoir bactéricide, l'infection microbienne n'étant pas la cause du retard de la cicatrisation.

Cette conclusion peut être appuyée par ce fait que d'autres agents qui n'agissent, de toute évidence, que par leurs propriétés irritantes (nitrate d'argent, solution faible d'acide nitrique, liqueur de Villate, etc.), ont une action efficace analogue à celle des hypochlorites sur des plaies de même nature.

L'action de la chaleur sur les plaies est un autre exemple de la cicatrisation rapide déterminée par les agents qui provoquent l'irritation et l'hyperhémie des tissus. Cette application peut être faite soit par irrigation des plaies, soit par des bains, soit par des applications d'eau aussi chaude que le patient peut la supporter, deux fois par jour pendant 30 minutes chaque fois.

L'effet de ce traitement, dont de nombreux chirurgiens ont obtenu des résultats remarquables (Quenu), est souvent d'arrêter presque complètement la suppuration en quelques jours, sans le secours d'aucun liquide antiseptique, et, en règle générale, d'accélérer notablement la réparation des tissus.

Ces faits montrent qu'il ne paraît pas désirable de supprimer l'action irritante des hypochlorites du commerce comme le font Dakin et Carrel. En pratique, les solutions de ces substances sont parfaitement inoffensives et ne donnent parfois les résultats peu favorables qu'indique Dakin que si l'on n'en surveille pas l'emploi. Il est connu que certains chirurgiens, qui pratiquent depuis longtemps l'irrigation continue des plaies, avec des solutions d'hypochlorite du commerce, en obtiennent des résultats très remarquables.

Les solutions d'hypochlorite peuvent agir soit par leur alcali, soit par la présence du chlore libre, soit par la formation continuelle d'oxygène naissant. L'influence respective de ces divers facteurs n'étant pas déterminée

actuellement, il paraît difficile de modifier ces solutions de façon rationnelle et utile.

Les solutions d'hypochlorite de calcium sont celles qui m'ont paru avoir l'influence la plus favorable.

On peut employer, pour des applications faites, pendant 1 heure ou 2, matin et soir comme pour les pansements humides une solution à 8 pour 1000 (8^g de chlorure de chaux sec du commerce dans 1^l d'eau). On peut employer également, mais pour une durée moindre, une solution à 16 pour 1000.

Dans les plaies profondes suppurant beaucoup et qui ont mauvais aspect, l'introduction de compresses de gaze imbibées de la solution à 16 pour 1000 modifie rapidement l'aspect des tissus et exerce une action très favorable. Les lavages journaliers des plaies se font avec avantage avec l'une ou l'autre de ces solutions. Un titre plus faible serait nécessaire pour pratiquer l'irrigation continue.

L'emploi combiné de l'hypochlorite de calcium et de la chaleur donne le plus souvent des cicatrisations remarquablement rapides. Son inconvénient, quand on l'applique à un grand nombre de blessés, est d'imposer au personnel un travail plus considérable que celui que nécessitent les pansements simples secs ou humides.

C'est un inconvénient qui ne m'a pas gêné jusqu'ici, le dévouement absolu, le zèle inlassable et l'habileté des dames infirmières de l'hôpital ayant eu facilement raison de toutes les difficultés.

MÉDECINE. — *Traitement des hypoacousies consécutives à des blessures de guerre*. Note de M. **Marage**, présentée par M. Y. Delage.

Dans une Note précédente j'ai indiqué les causes, les lésions et la gravité des hypoacousies qu'on rencontre à la suite, soit de blessures du crâne, soit d'éclatements d'obus de gros calibre.

Je vais, aujourd'hui, examiner les résultats qu'on obtient dans le traitement de ces sortes de surdités.

1° *Choix des malades*. — Le choix des malades [1] appartenait uniquement

---

[1] Circulaire ministérielle 17292 c/7 :

Le Ministre de la Guerre à M. le Directeur de santé de la ... région.

Mon attention est appelée sur les avantages qui pourraient résulter, pour le trai-

aux médecins des hôpitaux militaires. Ils envoyaient leurs sourds au Chef du Service d'oto-rhino-laryngologie de la région qui les examinait et me les adressait ensuite : il y avait donc une double sélection.

Je les acceptais tous, quel que fût leur degré de surdité; j'éliminais seulement ceux qui ne pouvaient pas suivre le traitement parce qu'ils étaient atteints d'otite moyenne suppurée double.

Ma statistique est fondée sur les cinquante premiers cas qui sont *entrés* dans le Service à partir du 15 juin 1915.

2° *Choix du traitement.* — Les malades étaient d'abord interrogés et examinés médicalement et acoustiquement, c'est-à-dire qu'après avoir fait le diagnostic clinique, on déterminait le degré d'acuité auditive et le genre de surdité avec la sirène à voyelles.

Il était tenu le plus grand compte de l'état cérébral, bourdonnements, vertiges, maux de tête, perte de la mémoire, tremblements, troubles du sommeil, de la vue, etc.

Ces renseignements, transcrits sur une fiche spéciale, permettaient d'indiquer la nature du traitement, qui non seulement variait avec chaque malade, mais encore changeait suivant son état journalier. Ces malades sont, en effet, très sensibles aux moindres variations de température et d'humidité; il suffit, par exemple, d'une grippe légère pour réveiller une otite moyenne et provoquer un nouvel écoulement qui doit être soigné immédiatement. La rééducation auditive n'est donc nullement une œuvre pédagogique comme les professeurs de sourds-muets semblent le croire. C'est une œuvre exclusivement médicale que seul un médecin peut faire et diriger en assistant aux traitements s'il ne peut les faire tous lui-même.

On s'exposerait non seulement à des insuccès, mais encore à des aggravations en confiant ces malades à des professeurs non médecins.

3° *Diverses sortes de surdités.* — Les malades se divisent en trois catégories :

a. Les uns présentent seulement des lésions de l'oreille moyenne (10 pour 100 des cas traités).

b. Les autres, atteints de commotion cérébrale, n'ont aucune lésion apparente (38 pour 100 des cas traités).

---

tement de certaines hypoacousies d'origine traumatique, de la méthode de rééducation auditive du Dr Marage. J'ai l'honneur de vous prier de vous enquérir, auprès du médecin chef du Service central d'oto-rhino-laryngologie de votre région, des blessés qui seraient justiciables de cette méthode en vue de leur évacuation sur l'hôpital militaire n° 3 *bis*, à la Flèche (actuellement militaire 41),

c. Les derniers présentent à la fois des lésions de l'oreille moyenne et des symptômes de commotion cérébrale (52 pour 100 des cas traités).

Comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, la courbe d'acuité auditive permet de faire facilement le diagnostic différentiel de ces trois sortes de surdités.

4° *Traitement.* — La rééducation auditive a été faite exclusivement avec la sirène à voyelles. Chaque jour pendant 5 minutes, à chaque oreille, on fait agir sur le tympan les vibrations sonores d'après la méthode que j'ai décrite dans une série de communications faites de 1897 à 1901.

La pression de l'air dans les appareils n'atteignait que très exceptionnellement 5^{mm} d'eau; il ne faut pas oublier qu'un blessé, même très sourd, est souvent très sensible aux sons les plus faibles.

5° *Résultats.* — Puisque nous sommes en état de guerre, je dis qu'un malade est un succès, lorsqu'à la fin du traitement il entend suffisamment pour rejoindre son régiment.

68 pour 100, c'est-à-dire les deux tiers, peuvent retourner au front, et parmi ceux-là il y en avait un grand nombre, presque la moitié, qui m'étaient signalés comme très sourds; plusieurs mêmes étaient regardés comme incurables.

Les derniers se divisent en deux catégories : les uns (10 pour 100) étaient et sont restés complètement sourds; les autres (22 pour 100) sont arrivés à entendre, quand on leur parle près de l'oreille, sans forcer la voix : ils peuvent être employés dans certains services auxiliaires.

C'est aux sourds complets que la lecture sur les lèvres est utile; il ne faut jamais l'apprendre aux demi-sourds, car ils ne se donneraient plus la peine d'écouter et la surdité augmenterait.

Je tiens à faire remarquer qu'il ne faut pas généraliser; cette statistique ne s'applique qu'aux cas traités : on pourrait avoir des séries meilleures ou plus mauvaises suivant les envois des hôpitaux militaires.

6° *Gravité des diverses sortes de lésions.* — On peut se demander quelles sont les lésions les plus graves : la commotion cérébrale seule, ou la commotion cérébrale accompagnée de lésions de l'oreille moyenne.

Dans les cas de commotion cérébrale, on trouve 50 pour 100 de succès.

Dans les cas d'otite moyenne avec commotion cérébrale, les bons cas s'élèvent à 76 pour 100 et, quand il n'y a que des lésions de l'oreille moyenne, je n'ai pas eu, jusqu'ici, d'insuccès. Cela ne veut pas dire que je n'en aurai pas.

En rangeant les lésions par ordre de gravité ascendante, nous avons donc : en premier lieu, les lésions de l'oreille moyenne; ensuite, les lésions de l'oreille moyenne avec commotion cérébrale; enfin, la commotion cérébrale seule.

Il est à remarquer que les blessés atteints de commotion cérébrale seule n'avaient jamais souffert des oreilles avant leurs blessures; tandis que, parmi les soldats atteints d'otite moyenne avec commotion cérébrale, on en retrouve 50 pour 100 qui étaient déjà sourds avant la guerre et présentaient des lésions de l'oreille moyenne.

40 pour 100 de ceux qui n'ont que des lésions de l'oreille moyenne, avaient eu dans leur enfance des otorrhées.

Une oreille qui a coulé est donc plus fragile qu'une oreille saine en ce sens que le tympan est moins résistant; mais, en présence d'une explosion, c'est un avantage, car un tympan malade cède plus facilement qu'un tympan sain qui transmet à l'oreille interne par la chaîne des osselets l'augmentation de pression due à l'explosion, quelle que soit la voie de transmission, oreille externe ou trompe d'Eustache.

Il s'ensuit donc, pour l'oreille interne et les centres auditifs, des délabrements plus graves dans le cas de commotion cérébrale seule.

Ces résultats auraient été meilleurs si les malades avaient été placés dans un hôpital où la discipline eût été moins sévère. Les règlements hygiéniques et alimentaires d'un hôpital militaire, surtout quand ils sont appliqués d'une façon étroite, sont très souvent en contradiction avec l'intérêt de ce genre de malades.

Conclusions. — 1. La rééducation auditive avec la sirène à voyelles peut rendre de grands services aux hypoacousies d'origine traumatique; après le traitement les deux tiers des malades peuvent retourner au front.

2. Chaque semaine on mesure l'acuité auditive, et l'on sait, après 15 jours de traitement, les résultats qu'on pourra obtenir.

3. Ce traitement est un traitement médical, et non un traitement pédagogique : il ne peut être fait que par des médecins.

4. On ne doit apprendre à lire sur les lèvres qu'à des sourds complets, c'est-à-dire à 10 pour 100 des sourds traités par la rééducation auditive. Les autres doivent écouter s'ils veulent continuer à entendre.

5. On ne doit jamais faire ce traitement aux blessés atteints d'écoulements ou d'inflammation de l'oreille moyenne; il faut attendre, pour commencer la rééducation, que tout écoulement ait cessé depuis au moins un mois.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la biologie de* Stasisia Rodhaini *Gedœlst* (Cordylobia Rodhaini). Note de M. **J. Rodhain**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

La biologie du *Ver du Cayor*, agent commun de la myiase furonculeuse d'Afrique, est complètement élucidée à l'heure actuelle et Roubaud vient récemment d'en faire un exposé magistral. Beaucoup moins connue est l'évolution de la *larve de Lund*, dont les myiases cutanées paraissent particulières aux régions forestières humides de l'Afrique équatoriale; nous avons pu faire sur cette dernière espèce plusieurs observations que nous désirons exposer brièvement.

Nous avions obtenu précédemment de la *larve de Lund* une mouche ♀ qui avait été rangée par Bezzi dans le genre *Cordylobia* et décrite par Gedœlst sous le nom de *C. Rodhaini* (¹). Dans une Note récente, Surcouf a fait connaître le ♂ de cette espèce et montré qu'elle ne peut être maintenue dans le genre *Cordylobia* tel qu'il fut défini par Grünberg; il a par suite créé pour la mouche de la *larve de Lund* le genre nouveau *Stasisia* (²).

Nos recherches récentes nous ont montré que, de même que pour *Cordylobia anthropophaga*, l'homme ne constitue qu'un hôte accidentel des larves de *Stasisia Rodhaini*. Cette espèce nous paraît adaptée avant tout aux Mammifères à peau mince de la forêt et des galeries forestières. Dans la région de l'Ouéllé les hôtes de choix sont certaines petites Antilopes du genre *Cephalophus* (*C. dorsalis* Gr. et *C. grimmi*) et un gros Rongeur, *Cricetomys gambianus* Wath. Chez ces animaux les cas de myiase cutanée sont très fréquents au point d'être connus de tous les indigènes. Par contre ils sont très rares chez l'homme, où nous n'en avons pas rencontré personnellement; les nombreux chiens et le petit bétail des villages d'indigènes paraissent également indemnes. *Stasisia Rodhaini* est donc essentiellement une espèce sauvage, contrairement à ce qui s'observe pour la *Cordylobia anthropophaga* dont l'hôte le plus habituel est le chien domestique ainsi que l'ont établi Roubaud et nous-même.

Mode d'infestation de l'hôte. — Nous avons pu réaliser, à ce sujet, diverses expériences qui montrent que, de même que pour *Cordylobia anthropophaga*, les œufs sont déposés sur le sol dans les endroits fréquentés par les hôtes; après l'éclosion,

(¹) *Archives de Parasitologie*, t. 13, 1910, p. 538.
(²) *Revue zoologique africaine*, t. 3, fasc. 3, mai 1914, p. 475.

les jeunes larves rampent jusqu'au contact de la surface cutanée des hôtes et y pénètrent directement et d'une façon active. Une condition essentielle de l'infestation paraît être l'immobilité de l'hôte, condition qui se réalise pendant le repos couché de l'homme ou de l'animal.

Ponte. — Nous avons aisément pu tenir en captivité les mouches adultes obtenues d'éclosion, en les nourrissant soit sur des excréments de chiens ou de chimpanzés, soit de liquides sucrés végétaux (bananes, ananas, canne à sucre). Dans ces conditions, l'insecte parfait a des mœurs crépusculaires; de 8^h^ du matin à 5^h^ du soir, il se tient immobile dans quelque coin de sa prison; rarement, on le trouve léchant de la nourriture; au soir et au matin, par contre, les mouches sont extrêmement actives, voltigeant en tous sens pour chercher à s'échapper, les ♂ poursuivant ardemment les ♀.

Une mouche ♀, née entre le 23 et le 28 septembre, donna en quatre pontes successives 503 œufs et mourut le 28 octobre :

Première ponte, le 14 octobre; 29 œufs, dont 4 dispersés sur le papier gris qui recouvrait le fond de la cage; les autres disposés en quatre groupes sur un bout desséché d'excrément de chimpanzé.

Deuxième ponte, le 18 octobre; 24 œufs, tous groupés sur un excrément de chien; cette ponte s'effectua en plein jour (vers midi).

Troisième ponte, le 20 octobre ; 300 œufs disséminés irrégulièrement sur le fond de la cage, e. a. un groupe de 70 sur un baquet en papier imprégné de liquide excrémentiel.

Quatrième ponte, le 21 octobre; 150 œufs.

L'œuf ressemble à celui de *Cordylobia anthropophaga;* il est d'un blanc laiteux, allongé-elliptique, légèrement incurvé sur lui-même, régulièrement arrondi-atténué aux deux extrémités; sa coque est uniformément lisse; il mesure $0^{mm},8$ à 1^{mm} de long sur $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$ de plus grande largenr. La larve en sort par une fente longitudinale qui part d'une des extrémités et se prolonge jusque vers le milieu de la longueur. La durée de l'incubation de l'œuf varie entre 48 heures et 4 jours.

Larve primaire. — La jeune larve, au sortir de l'œuf, est très mobile et se déplace activement par reptation; elle se fait remarquer, à première vue, par le développement considérable des appendices chitinisés de son appareil buccal.

L'armature buccale est constituée par deux petits crochets épais et courts, articulés sur des lames chitinisées très fortes. Deux plaques chitineuses triangulaires dépassent les crochets buccaux en avant vers la face dorsale; leur extrémité antérieure tronquée est finement dentée; leur base postérieure, rétrécie en pointe, s'engage en arrière des crochets buccaux et paraît se rattacher également à l'armature chitineuse pharyngienne; leur ensemble forme, en avant des deux crochets buccaux, une lamelle chitineuse armée de dix dents minuscules, qui intervient certainement dans le mécanisme de la perforation de la peau de l'hôte. Ce dispositif de l'appareil buccal est très différent de celui décrit et figuré par Roubaud pour la larve primaire de *Cordylobia anthropophaga*.

La larve est métapneustique et l'on ne peut y distinguer avec netteté que onze segments, les deux segments céphaliques étant très imparfaitement séparés.

Larve secondaire (stade macacoïde de Roubaud). — Elle a été déjà décrite et figurée par Gedœlst; elle est amphipneustique et caractérisée par sa forme en massue incurvée.

Larve tertiaire. — A l'état adulte, la larve est ovalaire allongée, faiblement aplatie dorso-ventralement. En pleine extension, elle peut atteindre 23^{mm} de longueur et 8^{mm} de plus grande largeur. Elle a été très bien décrite par Gedœlst et nous n'y reviendrons pas pour le moment.

Le développement complet de la larve paraît exiger 12 à 15 jours à partir de la pénétration de la larve primaire; les expériences que nous avons pu réaliser sont trop fragmentaires pour pouvoir déterminer la durée exacte des différents stades larvaires.

Nymphose. — Les larves adultes quittent spontanément la peau de leur hôte et s'enfoncent rapidement dans la terre molle jusqu'à une profondeur variable (4^{cm} à 8^{cm}); elles s'y empupent au bout de 12 à 48 heures. Le stade nymphal a une durée variant de 23 à 26 jours; pour éclore normalement, la pupe exige un léger degré d'humidité; lorsqu'on les conserve dans du sable sec, qui donne de bons résultats avec *Cordylobia anthropophaga*, les pupes de *Stasisia Rodhaini* n'éclosent pas.

En résumé, la durée totale de l'évolution de *Stasisia Rodhaini*, à partir de l'œuf jusqu'à la première ponte, exige 57 à 67 jours. La mouche adulte paraît avoir une vie assez longue; la ♀ dont il a été question plus haut mourut 34 jours après l'éclosion; mais un ♂, qui périt d'ailleurs accidentellement, vécut 42 jours en captivité.

ENTOMOLOGIE. — *Production et auto-destruction par le fumier de cheval des mouches domestiques.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. Roux.

Le fumier de cheval doit être considéré comme le milieu de développement par excellence de la mouche domestique. Toutes les autres matières auxquelles on accorde habituellement un rôle dans la production de cette mouche (fumiers divers, excréments, purins, ordures), n'interviennent dans ce sens que d'une façon pour ainsi dire nulle (1). Les recherches que j'ai effectuées cet été au Laboratoire central des Armées sur le fumier des écuries militaires m'ont permis de préciser l'importance de ce milieu et les conditions de son infestation par les mouches.

(1) Le fumier de caprins et d'ovins peut également subvenir au développement de la mouche domestique; mais son importance est purement locale et ne peut être comparée à celle du fumier de cheval. Je n'ai jamais constaté le développement de la mouche domestique dans le fumier de bœuf, celui des porcs, dans les excréments humains ni les ordures.

Un fumier n'ayant que 24 heures de séjour à l'écurie produit, pendant les mois chauds, une moyenne courante de 10000 à 12000 mouches par mètre cube; la proportion peut s'élever jusqu'à 30000 et 35000. On peut estimer qu'un cheval fournit une quantité de fumier suffisante pour donner naissance, en été, à 40000-50000 mouches par mois, soit de 160000 à 200000 mouches pendant la saison la plus favorable, de juin à septembre.

C'est le fumier *frais*, seul, qui intervient dans la production des mouches. La ponte se fait à l'écurie même, sur le crottin imprégné d'urine, condition indispensable. Elle peut se poursuivre encore au dehors pendant la journée de l'extraction; habituellement jamais plus tard. La fermentation, après 24 heures à peine, *protège définitivement le fumier contre la ponte*. Les substances antiseptiques et larvicides (borax, solutions de crésyl, sulfates ferreux et ferrique), en ralentissant la fermentation, peuvent prolonger la durée normale de ponte de 1 ou 2 jours; employés pour le traitement larvicide, ces produits vont souvent alors à l'opposé du résultat cherché, en multipliant les chances d'infestation du fumier.

A partir du sixième jour, le fumier mis en tas ne renferme pour ainsi dire plus de larves, celles-ci ayant émigré à la base pour la nymphose. Désormais *il est et reste indifférent* pour la production des mouches. Les mesures d'évacuation ou de traitement antimouches doivent donc être prises, sous peine d'inefficacité, dans les cinq jours qui suivent la sortie de l'écurie.

Le fumier de 24 heures, au moment de son extraction, ne renferme pas de larves visibles. Disposé en tas, les œufs, qui sont répandus dans toute la masse, éclosent et les larves viennent en surface, fuyant les parties centrales au fur et à mesure que la fermentation se développe et que la température s'élève. Dès le lendemain, on peut noter de 70° C. à 90° C. dans le centre du tas.

On peut utiliser la chaleur de fermentation d'un tas de fumier pour la destruction des larves qu'il contient. La larve de la mouche domestique, soumise dans le fumier à 50° C. de température, à l'abri des gaz de fermentation, meurt en 3 minutes. Au contact direct des gaz, elle est tuée en 1 minute à 51° C.; elle meurt en 5 à 7 secondes à 59° C.; à 60° C. en 4 à 5 secondes. Lorsqu'on remanie un tas de fumier, les larves qui tombent au contact des parties chaudes de l'intérieur sont tuées instantanément. Un brassage total, pratiqué dès le lendemain du dépôt et renouvelé les deux jours qui suivent, fait disparaître 90 pour 100 des larves.

L'opération est rendue beaucoup plus efficace et plus facile, si, au lieu

d'attendre que le tas de fumier infesté ait produit lui-même la température nécessaire, on le traite directement au sortir de l'écurie par la chaleur de fermentation d'un tas préexistant (tas de la veille ou de la semaine). Pour cela, au lieu de déposer simplement l'apport nouveau à la surface du tas, comme il est fait d'ordinaire, on l'enfouira au contact des parties chaudes en le recouvrant complètement sur toutes les surfaces d'une couche de 20^{cm} de fumier *chaud*. La chaleur sous-jacente se communique rapidement à la masse fraîche, dont elle stérilise les œufs, qu'elle renferme en quantités énormes, avant qu'ils aient pu se développer. D'autre part, la masse fraîche étant recouverte de fumier fermenté se trouve *protégée* contre de nouvelles pontes. En 4 ou 5 heures, l'apport nouveau peut être considéré comme entièrement débarrassé des œufs et larves qui auraient dû s'y développer par milliers.

Cette méthode biologique de délarvisation par la chaleur équivaut, en somme, *à un chauffage accéléré et total à* 50°-60° C. *du fumier frais, effectué sans aucune dépense d'appareil ni de combustible*. Elle est à la portée de tous et ne nécessite qu'une éducation très simple du personnel. Dans la pratique, la masse de fermentation qui fournira la température nécessaire doit être environ huit fois celle du fumier à traiter. Dès le lendemain, celui-ci peut être utilisé à son tour comme source thermique.

La méthode *biothermique* de traitement du fumier frais peut seule détruire complètement et à peu de frais les œufs et larves d'un fumier. Les divers procédés de recouvrement à l'aide de matières inertes (terre, paillis, toiles goudronnées, etc.), s'ils peuvent prévenir le dépôt des œufs en surface par les mouches du dehors, n'entravent pas le développement des œufs qui ont été antérieurement déposés à l'écurie. Or ce sont ceux-ci qui fournissent la proportion la plus élevée de larves; d'où procèdent au moins 8000 à 10000 mouches, en moyenne, d'après mes expériences.

La séance est levée à 16 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'août 1915.

France et Allemagne, par M. Edmond Perrier, Président de l'Académie des Sciences. Paris, Payot et Cie, 1915; 1 vol. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Atti dell' Istituto botanico dell' Universita di Pavia, redatti da Giovanni Briosi. Milano, tipografia Bernardoni di C. Rebeschini e C.; Vol. VI, 1900; Vol. VII, 1902; Vol. VIII, 1904; 3 vol. in-4°.

Défense contre la grêle et les orages (*résultats obtenus en* 1912 *et* 1913), par M. de Beauchamp; 2 fasc. (Présenté par M. Violle.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte : *Thyméléacées*, *Elæagnacées*, *Loranthacées*, *Santalacées*, *Balanophoracées*, par M. H. Lecomte. Paris, Masson, juin 1915; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. L. Mangin.)

La question de l'alcoolisme à l'Académie de Médecine, rapports, discussions, vœux. Paris, Masson, 1915; 1 fasc. in-8°.

Du rôle de la Physique à la guerre. De l'avenir de nos industries physiques après la guerre, par M. Violle, Membre de l'Institut. Paris, Berger-Levrault, 1915; 1 fasc. in-12. (Offert par l'auteur.)

Canada Department of Mines. Geological Survey. Ottawa, Government Printing Bureau, 1914 : Memoir 42 : *The Double-Curve Motive in Northeastern Algonkian Art*, by Franck G. Speck. — Memoir 45 : *The « Invinting-In » Feast of the Alaskan Eskimo*, by Ernest William Hawkes. — Memoir 48 : *Some Myths and Tales of the Ojibwa of Southeastern Ontario*, by Paul Radin. — Memoir 49 : *Malecite Tales*, by W. H. Mechling. — Memoir 62 : *Abnormal Types of Speech in Nootka*, by E. Sapir. — Memoir 63 : *Noun reduplication in Comox, a Salish Language of Vancouver Island*, by E. Sapir; 5 fasc. in-8°.

Studi sulle mixoficee, par le Prof. A. Borzi. Firenze, Luigi Chiti, 1914; 1 fasc. in-8°.

Impressions de voyage en Apharras, par le Dr F. Jousseaume. Tomes I et II. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Illustrations of the New Zealand Flora, edited by T. F. Cheeseman, with the assistance of W. B. Hemsley, the plates drawn by Miss Matilda Smith, t. I. Wellington, John Mackay, 1914; 1 vol. in-4°, en feuilles.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Darboux**, en présentant la deuxième édition revue et augmentée de ses *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal* (deuxième Partie : les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles, les lignes tracées sur les surfaces), s'exprime en ces termes :

« Ce second volume de mes Leçons était, comme le premier, épuisé depuis assez longtemps. Mon excellent éditeur, M. Gauthier-Villars, retenu à l'Armée par les devoirs de défense nationale qu'il a remplis dès le premier jour avec le grade de Lieutenant d'Artillerie, n'a pas hésité cependant, dans les circonstances présentes, à me demander d'en publier une nouvelle édition. C'est cette nouvelle édition, augmentée en quelques parties et accrue de Notes relatives aux congruences de courbes, au principe de la moindre action, à certaines équations de Laplace, que je soumets aujourd'hui aux géomètres. M. Ernest Lebon, professeur honoraire, et M. Claude Guichard, correspondant de l'Académie et mon collègue à la Sorbonne, m'ont continué, pour ce Volume, le précieux concours qu'ils m'avaient donné pour le premier. A eux, ainsi qu'à M. Gauthier-Villars je renouvelle mes plus vifs remercîments. »

CINÉMATIQUE DES CORPS DÉFORMABLES. — *Remarques et calculs montrant que la complication des formules pour les grands déplacements est due non aux déformations, mais aux rotations.* Note [1] de M. **J. Boussinesq.**

I. A l'article IV d'un court Mémoire sur la théorie *géométrique* des déplacements bien continus des corps déformables, que contient le deuxième fascicule du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* pour 1912, j'ai reconnu (p. 225 à 227 du Volume) que, dans le cas de déplacements ξ, η, ζ corrélatifs à de *fortes* déformations d'une particule, les formules des neuf dérivées partielles premières de ξ, η, ζ par rapport aux coordonnées primitives x, y, z y sont linéaires et homogènes en fonction des trois dilatations principales ∂_1, ∂_2, ∂_3 de la particule, *quand le trièdre rectangulaire des trois fibres principales* (ou dont ∂_1, ∂_2, ∂_3 désignent les dilatations) *a gardé son orientation primitive;* d'où il suit que c'est *uniquement* la rotation du trièdre, dite *rotation moyenne* de la particule et censée, si l'on veut, se faire après la déformation, qui vient compliquer les formules de cette théorie, de manière à ne les laisser *linéaires*, par rapport à l'ensemble des déformations et des rotations, que pour des déformations et des rotations infiniment petites.

Afin de mieux apprécier le degré de complication que les rotations y introduisent, traitons le cas, de beaucoup le plus simple, où les deux coordonnées x, y, avec les deux déplacements ξ, η, sont seuls à considérer, c'est-à-dire le cas des déplacements ξ, η d'un *feuillet* matériel, produits dans son propre plan.

Alors, s'il s'agit d'une *déformation pure* (ou sans rotation) d'un élément d'aire du feuillet, les dilatations principales se réduisent à ∂_1, ∂_2, et leurs cosinus directeurs respectifs, par rapport aux axes généraux et fixes des x et des y, à

$$\alpha_1 = \cos\varphi, \qquad \beta_1 = \sin\varphi, \qquad \alpha_2 = -\sin\varphi, \qquad \beta_2 = \cos\varphi,$$

φ, $\frac{\pi}{2} + \varphi$ désignant les deux *azimuts* respectifs, restés jusque-là invariables, de ∂_1 et de ∂_2, c'est-à-dire des deux fibres principales émanées d'un point central quelconque M de l'élément considéré de feuillet. D'ailleurs, d'après les formules du n° 8 du Mémoire (p. 219), les deux dérivées (*directes*) A, B

---

[1] Séance du 13 septembre 1915.

de ξ en x et de η en y, y ont les expressions

$$(1)\quad \begin{cases} A = \alpha_1^2 \partial_1 + \alpha_2^2 \partial_2 = \partial_1 \cos^2\varphi + \partial_2 \sin^2\varphi = \dfrac{\partial_1 + \partial_2}{2} + \dfrac{\partial_1 - \partial_2}{2}\cos 2\varphi, \\ B = \beta_1^2 \partial_1 + \beta_2^2 \partial_2 = \partial_1 \sin^2\varphi + \partial_2 \cos^2\varphi = \dfrac{\partial_1 + \partial_2}{2} - \dfrac{\partial_1 - \partial_2}{2}\cos 2\varphi, \end{cases}$$

tandis que la valeur, alors commune et appelée F, des deux dérivées (*obliques*) de ξ en y et de η en x est

$$(2)\quad F = \alpha_1\beta_1\partial_1 + \alpha_2\beta_2\partial_2 = (\partial_1 - \partial_2)\cos\varphi \sin\varphi = \frac{\partial_1 - \partial_2}{2}\sin 2\varphi.$$

II. Faisons passer, par le point matériel choisi M de l'élément (de feuillet) qui a pris sa nouvelle configuration, mais où les deux fibres principales ont gardé leurs directions primitives, deux axes rectangulaires des h et des k, constamment parallèles aux axes fixes des x et des y; et menons la fibre MK joignant cette origine mobile M à tout point matériel K de l'élément de feuillet. Soient h et k les deux coordonnées *primitives* du point K par rapport à ces axes, c'est-à-dire les accroissements élémentaires qu'éprouvaient x et y dans l'état primitif, quand on passait de M à K. Après la déformation (sans rotation) qui a changé MK en M'K', ces coordonnées auront évidemment crû de $Ah + Fk$, $Fh + Bk$; et, si l'on appelle h', k' les deux nouvelles projections, sur les axes des h et des k, de la fibre MK devenue M'K', projections qu'on peut dessiner ou matérialiser sur l'élément de feuillet ainsi parvenu à sa configuration définitive, on aura

$$(3)\quad h' = (1 + A)h + Fk, \qquad k' = Fh + (1 + B)k,$$

avec A, B, F fonctions bien déterminées, d'après (1) et (2), des deux dilatations principales données ∂_1, ∂_2 et de l'angle φ de ∂_1 avec les x avant toute rotation de l'élément.

Imprimons maintenant à cet élément de feuillet, autour du point central M, une rotation ω quelconque (comptée positivement dans le sens *direct* allant des x positifs vers les y positifs), pour lui faire prendre l'orientation qu'il a effectivement après les déplacements ξ, η étudiés. Alors les *fibres* h' et k' ci-dessus, projections matérialisées de la droite M'K' devenue maintenant dans l'espace M''K'', dessineront par rapport aux axes des h et des k, à orientation fixe, deux axes rectangulaires des h' et des k', faisant avec ces axes des h, k, l'un, celui des h', les deux angles ω, $\frac{\pi}{2} - \omega$, l'autre, celui

des k', les deux angles $\frac{\pi}{2}+\omega$, ω. Si h'', k'' sont les nouvelles coordonnées de K, par rapport aux axes des h, k, on aura, par les formules usuelles des projections ou de la transformation des coordonnées,

$$h''=h'\cos\omega-k'\sin\omega,\qquad k''=h'\sin\omega+k'\cos\omega,$$

c'est-à-dire, vu les valeurs (3) de h' et de k',

$$(4)\qquad \begin{cases} h''=[(1+A)\cos\omega-F\sin\omega]h+[F\cos\omega-(1+B)\sin\omega]k,\\ k''=[(1+A)\sin\omega+F\cos\omega]h+[F\sin\omega+(1+B)\cos\omega]k.\end{cases}$$

III. Identifions-les aux expressions évidentes

$$h''=\left(1+\frac{d\xi}{dx}\right)h+\frac{d\xi}{dy}k,\qquad k''=\frac{d\eta}{dx}h+\left(1+\frac{d\eta}{dy}\right)k,$$

qui doivent leur être égales quel que soit le rapport de h à k; et les quatre dérivées partielles premières de ξ, η en x et y, qui expriment la manière dont varient les déplacements dans le voisinage du point M, se trouveront déterminées en fonction des dilatations principales et de la rotation ω. Si, à l'inverse, ∂_1, ∂_2, φ et ω, ou A, B, F et ω, sont inconnus, on aura, pour les déterminer en fonction des quatre dérivées partielles de ξ, η, les quatre équations

$$(5)\qquad \begin{cases} (1+A)\cos\omega-F\sin\omega=1+\dfrac{d\xi}{dx}, & (1+B)\cos\omega+F\sin\omega=1+\dfrac{d\eta}{dy},\\ F\cos\omega-(1+B)\sin\omega=\dfrac{d\xi}{dy}, & F\cos\omega+(1+A)\sin\omega=\dfrac{d\eta}{dx}.\end{cases}$$

On voit qu'elles sont bien linéaires par rapport à A, B, F (ou à ∂_1, ∂_2) et aux dérivées de ξ, η, mais transcendantes (trigonométriques) en ω; de sorte qu'elles ne deviennent, dans l'ensemble, *linéaires et homogènes,* c'est-à-dire simples, *que si la rotation ω est infiniment petite* (cas où l'on peut prendre $\cos\omega=1$, $\sin\omega=\omega$) *et si, de plus*, A, B, F *ou* ∂_1, ∂_2 *sont en même temps très petits*.

IV. La première (5), ajoutée à la seconde, et la troisième, retranchée de la quatrième, donnent respectivement,

$$(2+A+B)\cos\omega=2+\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy},\qquad (2+A+B)\sin\omega=\frac{d\eta}{dx}-\frac{d\xi}{dy},$$

équations revenant à prendre, d'abord, par l'élimination de $2+A+B$,

ensuite par celle de ω, avec extraction d'une racine carrée et substitution finale de $\partial_1+\partial_2$ à $A+B$ d'après (1),

$$(6)\quad \operatorname{tang}\omega=\frac{\frac{d\eta}{dx}-\frac{d\xi}{dy}}{2+\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}},\qquad \partial_1+\partial_2=-2+\sqrt{\left(2+\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}\right)^2+\left(\frac{d\eta}{dx}-\frac{d\xi}{dy}\right)^2}.$$

Il résulte, d'autre part, de la quatrième (5) ajoutée à la troisième, et de la seconde (5), retranchée de la première, les deux relations

$$2F\cos\omega+(A-B)\sin\omega=\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx},\qquad (A-B)\cos\omega-2F\sin\omega=\frac{d\xi}{dx}-\frac{d\eta}{dy}.$$

Multiplions respectivement la première de celles-ci soit par $\sin\omega$, soit par $\cos\omega$, et, la seconde, soit par $\cos\omega$, soit par $-\sin\omega$; puis, dans chaque cas, ajoutons. Il viendra, pour tenir lieu de ces équations et, en y joignant les deux (6) qui ont déjà fait connaître ω et $\partial_1+\partial_2$, pour remplacer les quatre (5):

$$(7)\quad \begin{cases} A-B=\left(\frac{d\xi}{dx}-\frac{d\eta}{dy}\right)\cos\omega+\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)\sin\omega,\\ 2F=-\left(\frac{d\xi}{dx}-\frac{d\eta}{dy}\right)\sin\omega+\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)\cos\omega.\end{cases}$$

V. On portera ces valeurs de $A-B$ et de $2F$ dans les deux équations, résultant immédiatement de (1) et (2),

$$(8)\qquad (\partial_1-\partial_2)\cos 2\varphi=A-B,\qquad (\partial_1-\partial_2)\sin 2\varphi=2F,$$

et qui donnent alors

$$(9)\qquad \operatorname{tang}2\varphi=\frac{2F}{A-B},\qquad (\partial_1-\partial_2)^2=(A-B)^2+4F^2.$$

On voit, en particulier, que, de l'expression de tang 2φ, se déduiront bien, pour φ, des valeurs distantes de $\frac{\pi}{2}$ et, par conséquent, les directions *rectangulaires* prévues, pour les deux dilatations principales ∂_1, ∂_2.

A part le cas de dérivées de ξ, η très petites, dont on puisse négliger les carrés et produits, toutes ces formules (5) à (9) restent un peu compliquées, sauf quand on annule la rotation ω, en posant $\frac{d\xi}{dy}=\frac{d\eta}{dx}$ et, par suite, dans (5)

$$A=\frac{d\xi}{dx},\qquad B=\frac{d\eta}{dy},\qquad F=\frac{d\xi}{dy}=\frac{d\eta}{dx};$$

cas où il vient

$$\partial_1 + \partial_2 = A + B = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy}.$$

En résumé, même quand les déplacements sont plans, la théorie des rotations *finies* reste notablement plus complexe que celle des *déformations pures*.

VI. Toutefois, certains éléments sont relativement simples. Tel est d'abord le carré de la différence $\partial_1 - \partial_2$, lequel donne, d'après (7) et la seconde (9),

$$(10) \qquad \partial_1 - \partial_2 = \pm\sqrt{\left(\frac{d\xi}{dx} - \frac{d\eta}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right)^2}.$$

Les nouvelles valeurs $1 + \partial_1$, $1 + \partial_2$, par unité de longueur primitive, des deux fibres principales auront donc pour somme le radical figurant au second membre de la dernière formule (6) et, pour différence, le radical du second membre de (10). Ces deux valeurs, demi-somme et demi-différence des deux radicaux, s'obtiennent donc indépendamment des deux angles ω, φ; et leur produit, nouvelle aire de l'élément de feuillet, rapportée elle aussi à l'unité d'aire primitive, est simplement, après des réductions immédiates,

$$(11) \qquad (1 + \partial_1)(1 + \partial_2) = \left(1 + \frac{d\xi}{dx}\right)\left(1 + \frac{d\eta}{dy}\right) - \frac{d\xi}{dy}\frac{d\eta}{dx},$$

expression bien connue qu'on utilise dans la théorie de la *houle*.

Quand les trois coordonnées x, y, z et les trois déplacements ξ, η, ζ sont en jeu, le produit analogue

$$(1 + \partial_1)(1 + \partial_2)(1 + \partial_3),$$

nouvelle valeur de l'unité de volume primitif d'une particule, a également une expression rationnelle assez simple, bien connue aussi, savoir le déterminant

$$(12) \qquad \begin{vmatrix} 1 + \dfrac{d\xi}{dx}, & \dfrac{d\xi}{dy}, & \dfrac{d\xi}{dz}, \\ \dfrac{d\eta}{dx}, & 1 + \dfrac{d\eta}{dy}, & \dfrac{d\eta}{dz}, \\ \dfrac{d\zeta}{dx}, & \dfrac{d\zeta}{dy}, & 1 + \dfrac{d\zeta}{dz}, \end{vmatrix} \text{ [1]}.$$

[1] On peut voir, par exemple, à ce sujet, mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique*, t. 1 (*Calcul différentiel*), fascicule II (*Complé-*

Enfin, si l'on remplace, au second membre de la première (9), 2F et A — B par leurs valeurs (7), où l'on aura substitué à $\cos\omega$ et à $\sin\omega$ les quantités proportionnelles $2 + \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy}$ et $\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\xi}{dy}$, il vient, pour déterminer les azimuts φ des fibres principales dont les dilatations sont ∂_1, ∂_2, la formule, plus complexe que les trois autres (6) et (10),

$$(13) \qquad \operatorname{tang} 2\varphi = \frac{\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx} + \frac{d\xi}{dx}\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\frac{d\eta}{dy}}{\frac{d\xi}{dx} - \frac{d\eta}{dy} + \frac{1}{2}\left(\frac{d\xi^2}{dx^2} - \frac{d\xi^2}{dy^2} + \frac{d\eta^2}{dx^2} - \frac{d\eta^2}{dy^2}\right)}.$$

Le discernement des valeurs de φ convenant soit à ∂_1, soit à ∂_2 se ferait par la considération des équations (8).

M. **Delage** met sous les yeux de l'Académie de curieux graphiques enregistrant, à l'aide de son *bathyrhéomètre*, les mouvements de l'eau sur le fond de la mer.

GÉOLOGIE. — *Sur une formation récifale à Stromatopores dans l'Urgonien de Chamechaude (massif de la Grande-Chartreuse).* Note de MM. **Wilfrid** et **Conrad Kilian**.

Bien que les calcaires urgoniens du sud-est de la France ne représentent habituellement que des boues calcaires à Foraminifères (Miliolidées et Orbitolines) et Algues calcaires (*Diplopora Mühlbergi* Lorenz), il existe en certains points, dans cette formation, de véritables *récifs de Polypiers* [le Rimet, le Mont-Aiguille, le Moucherotte, le Grand-Veymont et Chamechaude (Isère), Sault (Vaucluse) etc.]. Le but de la présente Note est de faire connaître l'un de ces récifs particulièrement typique et dans la composition duquel les *Stromatopores* [1] jouent un rôle important, non encore signalé dans le Crétacé inférieur.

Sur la partie sud-ouest du plan incliné à pente raide qui constitue la partie

---

ments), p. 90*. Les notations y sont seulement différentes : nos variables indépendantes actuelles x, y, z s'y appellent ξ, η, ζ, et les fonctions représentées ici par $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$ s'y appellent x, y, z. De plus, la quantité qu'on y a en vue est la densité ρ de la particule, inverse du déterminant, et non le volume, proportionnel au déterminant.

[1] Voir Kilian, *Lethæa geognostica* (*Unterkreide*, 3e fascicule, p. 394).

haute de la montagne de Chamechaude, à une altitude de 1900^m à 2000^m au-dessus et au sud-est de la source qui existe au pied nord-ouest des escarpements terminaux du sommet (dominant le col de Porte à l'est de la route de Saint-Pierre-de-Chartreuse), dans des pâturages pierreux portant quelques pins clairsemés, on remarque des bancs massifs constituant des lapiaz (rascles) très caractéristiques et formés presque entièrement de Polypiers. Ces derniers offrent des groupes étendus, pouvant atteindre pour certains d'entre eux (*Calamophyllia* sp.) une surface de 180$^{m^2}$. Ces masses de Polypiers sont noyées dans des calcaires bréchoïdes, dans lesquels l'un de nous (C. K.) a découvert de nombreux fragments et blocs tabulaires roulés de *Stromatopores* à structure très nette, parfois perforés par des Pholades et remarquables par leur aspect porcelané et par leur teinte d'un blanc rosé. En plusieurs points, et en particulier sur le pourtour des récifs d'Hexacoralliaires, la roche constitue une véritable *brèche* de fragments de Polypiers et de plaques de Stromatopores. Les assises récifales que nous venons de décrire sont subordonnées à des calcaires massifs urgoniens de nature également récifale et présentant des « balmes » typiques au nord du gisement que nous avons situé plus haut; ces calcaires sont fossilifères et nous ont fourni (près du câble de Chamechaude) *Nerinea gigantea* d'Homb. Form., *Requienia ammonia* Goldf. sp., *Toucasia carinata* Math. sp. (petite variété), *Agria* sp., *Heteraster* etc.; ils représentent l'Urgonien inférieur, équivalent zoogène du Barrémien supérieur.

Dans la partie nord du plateau de Chamechaude, les Stromatopores et les Polypiers font absolument défaut. Cette portion nord comprend des assises plus élevées de l'Urgonien et se trouve séparée de la portion sud-ouest par un léger accident tectonique (faille ou flexure). Il est intéressant de constater ici, *pour la première fois en France*, croyons-nous, l'association des Hexacoralliaires et des Pélécypodes pachyodontes avec les *Stromatopores*, dans des formations nettement récifales du Crétacé inférieur.

Les Stromatopores existent dans l'Urgonien d'Aix-les-Bains et du Vercors [1]; elles forment également des masses importantes dans l'Urgonien de Saint-Montant (Ardèche), où MM. G. Sayn et P. Reboul en ont recueilli de nombreux échantillons (Collection de l'Université de Grenoble) et se présentent à Chamechaude dans des conditions fort analogues à celles des récifs cénomaniens de l'Ile-Madame où Munier-Chalmas a recueilli *Actinostromaria stellata* M.-Chalm. en grande

---

[1] Voir KILIAN, *Lethæa* (*loc. cit.*, p. 394).

abondance et que nous avons eu l'occasion d'étudier ensemble. A l'Ile-Madame les Stromatopores forment des masses tabulaires intercalées comme à Chamechaude dans des bancs zoogènes remplis de Polypiers et associées à de nombreux Pachyodontes qui sont ici de grosses Caprines (*C. adversa*), des *Polyconites*, des *Sauvagisia* et des Rudistes divers du Cénomanien, alors qu'à Chamechaude les *Requienia*, les *Toucasia* et les *Agria* indiquent un niveau éocrétacé.

L'étude micrographique des Stromatopores de Chamechaude et de Saint-Montant, qui rappellent vivement l'*Actinostromaria stellata* M.-Chalm. du Cénomanien de l'Ile-Madame [Haug, *Traité* (*Pl. CXVII*)], donnera certainement d'intéressants résultats.

Outre les Hydrozoaires de groupes voisins, tels que *Ellipsactinia* Steinm. et *Heterastridium* Reuss qui ont été signalés à diverses reprises dans les calcaires récifaux du Jurassique supérieur méditerranéen par MM. Steinmann, Canavari, Portis, etc., ainsi que dans le Paléocrétacé zoogène du Monte d'Ocre (par MM. Parona et Prever), on connaît la présence de quelques véritables Stromatoporides isolés dans le Trias alpin (*Lithopora*), dans les calcaires probablement crétacés de Sumatra (*Neostroma*) d'après M. A. Tornquist [1] et au Japon dans les calcaires de Torinosu (*Stromatopora japonica* Yabe) d'après M. Yabe [2]. En France, Munier-Chalmas a fait connaître *Actinostromaria stellata* M.-Ch. [3] du Cénomanien de l'Ile-Madame et une forme inédite de l'Astartien de Ver, près Tournus (Saône-et-Loire), le *Burgundia Trinorchii* M.-Chalm. (*in Litt.*) [4].

Il est important de constater le rôle important que jouent les restes d'organismes du même ordre dans les calcaires urgoniens du sud-est de la France.

---

(1) A. Tornquist, *Ueber mesozoische Stromatoporiden* (*Sitzungsber. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. Berlin*, 21 nov. 1901, p. 1115). — Voir aussi les travaux de Goldfuss, Nicholson, Lindström, Carter, Steinmann, F. Frech et le *Textbook of Palæontology* de Zittel (édition anglaise).

(2) H. Yabe, *On a Mesozoic Stromatopora* (*Journ. Geol. Soc., Tokyo*, t. X, n° 123, décembre 1903).

(3) Voir Haug, *Traité de Géologie* (*Pl. CXVII*).

(4) Tornquist, *loc. cit.*, p. 1116.

BOTANIQUE. — *Sur la transmission par graines des effets de la castration dans les tiges de Maïs.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Dans plusieurs Communications relatives aux effets des castrations mâle et femelle comparés dans les tiges de Maïs, j'ai mis en évidence la formation du sucre (saccharose et glucose) aux dépens de la fécule accumulée dans ces tiges. J'ai montré, en outre, que l'opération de la castration mâle, en supprimant, après son action fécondante, un organe devenu inutile, avait pour effet, comme la castration femelle, d'augmenter fortement la teneur en sucre dans les tiges ainsi privées de leurs inflorescences mâles peu après leur apparition, c'est-à-dire en ne les laissant subsister que juste le temps nécessaire à ces organes mâles pour assurer la fécondation des épis femelles. De cette façon, en faisant acquérir aux tiges des propriétés saccharifères qui leur donnent une véritable valeur nutritive en tant qu'aliment pour les bestiaux, on maintient la formation des épis, ce qui assure à la fois la récolte du grain de Maïs et une meilleure utilisation des tiges; celles-ci deviennent, de ce fait, une provende sucrée très appréciée par les animaux de ferme.

Cette opération de la castration mâle, je l'ai pratiquée sur le Maïs géant de Serbie pendant quatre années consécutives avec les mêmes résultats, et je me suis demandé, en 1914, si ce traumatisme, après avoir eu sur l'ensemble de l'organisme une répercussion que j'ai fait connaître dans ses détails, avait rendu, au bout de ce temps, cette répercussion transmissible par les graines, de manière à permettre d'espérer la création d'une race à tige déjà sucrée naturellement et que la castration mâle rendrait plus riche en sucre et partant plus nutritive encore (1).

Pour répondre à cette double question : 1° création possible d'une race saccharifère; 2° augmentation, par castration mâle dans cette race, de la richesse saccharine, dès cette année, au mois de mai, j'ai fait semer les graines obtenues après castration mâle de mes récoltes de 1914, et les graines se répartissent ainsi qu'il suit : 1° graines provenant de tiges très fortement sucrées; 2° graines provenant de tiges moyennement sucrées; 3° graines provenant de tiges peu sucrées; 4° graines issues de tiges non

(1) On sait que de Vries et Blaringhem ont déjà démontré que les résultats de certains traumatismes pratiqués sur les végétaux, et notamment sur le Maïs, étaient transmissibles par les graines.

sucrées; ce dernier état constituant la condition normale en dehors de toute influence de castration ([1]). Chacune de ces catégories a donné lieu à deux lignes de beaux pieds de Maïs géant dont l'une est demeurée intacte et l'autre a subi la castration mâle assez tard, le 20 août 1915. En septembre, il a été procédé à l'examen chimique de la richesse saccharine de chacune de ces séries.

Voci les résultats obtenus :

		Saccharose en poids pour 100 de tige.	Glucose en poids pour 100 de tige.	Total des sucres.	Observations.
Récolte de la série n° 1 faite le 9 septembre 1915...	Tiges non châtrées...	4,50	2,75	7,25	Pulpes, en général, non juteuses; tiges sèches.
	Tiges châtrées mâles.	7,25	2,10	9,35	
Récolte de la série n° 2 faite le 13 septembre 1915..	Tiges non châtrées...	4,10	2,50	6,60	Pulpe très juteuse sauf vers le haut de la tige.
	Tiges châtrées mâles.	11,40	2,17	13,57	
Récolte de la série n° 3 faite le 15 septembre 1915.	Tiges non châtrées...	4,25	3,50	7,75	Pulpe très juteuse sauf vers le haut de la tige.
	Tiges châtrées mâles.	8,50	3,10	11,60	
Récolte de la série n° 4 faite le 15 septembre 1915..	Tiges non châtrées...	3,25	3,10	6,35	Pulpe très juteuse sauf vers le haut de la tige.
	Tiges châtrées mâles.	7,50	2,10	9,60	

Présence d'amidon dans tous les jus de maïs châtré.

D'après ces essais qualitatifs, pour une même tige, certains entre-nœuds, surtout vers le bas, sont très sucrés, d'autres peu. La pulpe est d'autant moins sucrée qu'elle est plus sèche. Les parties dont l'écorce est jaunie (excès de maturité) sont, en général, beaucoup moins sucrées que les parties vertes.

Il résulte de ces essais : 1° que la propriété saccharifère des tiges semble bien transmise par les graines à la suite de quatre années de castration mâle pratiquée sans interruption sur une lignée continue; des cultures ultérieures nous fixeront sur la valeur de cette race et, dans ce but, je tiendrai gracieusement à la disposition des établissements agricoles des graines de la récolte de 1915 issues de châtrés ou de non châtrés ([2]); 2° que, sur cette race ainsi fixée selon toute apparence, la castration même tardive a agi dans le sens de l'augmentation de la teneur en saccharose et glucose, jusqu'à doubler (de $6^{g},60$ à $13^{g},57$ pour 100) la quantité de sucre du non châtré au châtré dans la même série n° 2. Il est à remarquer que

---

([1]) Cet état des tiges n'a été apprécié qu'à la simple dégustation.

([2]) Il suffira aux Écoles d'agriculture et aux Stations agronomiques d'en faire la demande au directeur du Jardin botanique de Marseille (parc Borély); frais de port seuls à la charge du destinataire. On pourra recevoir 150^{g} de graines pour un premier essai.

l'effet de la castration s'est rapidement fait sentir, puisque ce résultat (le double en saccharose et glucose) a pu être obtenu en 24 jours (du 20 août au 15 septembre). Il est donc de bonne pratique de procéder à la castration mâle dès la fin de la seconde semaine de l'apparition des inflorescences mâles au sommet des tiges de Maïs. Ce laps de temps est nécessaire, mais suffisant, pour permettre la fécondation des épis femelles dont la maturité fécondative se produit à peu près en même temps que celle des fleurs mâles.

CORRESPONDANCE.

M. le Général **Bassot**, président de l'Association géodésique internationale, fait part à l'Académie du décès de M. le Prof. *Theodor Albrecht*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Bibliografía general de temblores y terromotos, par F. de Montessus de Ballore.

M. **Topsent** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1911.

M. **Maurice Marchand** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les bifurcations des ellipsoïdes de Jacobi.* Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Les seuls Jacobiens critiques dont les axes soient connus sont les ellipsoïdes correspondant aux valeurs $n = 3$ et $n = 4$ du paramètre de l'équation de Lamé. Une méthode générale pour le calcul des éléments d'un Jacobien critique quelconque est due à M. Liapounoff (¹); nous allons

(¹) *Sur les figures peu différentes des ellipsoïdes d'une masse liquide en rotation*, 3e Partie, Chapitre I.

indiquer les résultats qu'elle nous a donnés pour l'ellipsoïde correspondant à $n = 5$. Mais comme il est bon, pour pouvoir appliquer cette méthode sans trop de tâtonnements, de connaître une valeur approchée de l'un des éléments qu'on se propose de calculer, nous allons auparavant exposer un procédé très simple pour obtenir une telle valeur.

Il suffit d'identifier le Jacobien avec un ellipsoïde de révolution, c'est-à-dire de faire, avec les notations de Darwin, $a = b = 1$, et, avec celles de M. Liapounoff, $q = 0$. On sait en effet qu'à mesure qu'on avance dans la série des valeurs de n, le Jacobien tend de plus en plus à s'approcher de la forme de révolution; déjà, pour $n = 4$, la différence $b - a$ est inférieure à 0,02. L'écart entre les éléments approchés ainsi obtenus et les éléments vrais sera donc de moins en moins sensible.

Le calcul des éléments approchés se fait sans grandes difficultés : les fonctions de Lamé de première et de deuxième espèces sont remplacées par des fonctions de Legendre de première et de deuxième espèces; celles qui contenaient un radical sont remplacées par des fonctions adjointes de Legendre. Des deux équations de Poincaré il ne subsiste plus que la seconde

$$\frac{R_1 S_1}{3} = \frac{R_n S_n}{2n+1}.$$

Voyons ce qu'elle devient : à la fonction $R_1 = \sqrt{r^2 - a^2}$ se substitue la fonction $P_1^1 = \sqrt{r^3 - 1}$, et à $\frac{S_1}{3}$ se substitue la fonction adjointe de deuxième espèce $Q_1^1 = -\frac{r}{\sqrt{r^2-1}} + \frac{1}{2}\sqrt{r^2-1}\log\frac{r+1}{r-1}$. Le premier membre devient donc

$$-r + \frac{1}{2}(r^2 - 1)\log\frac{r+1}{r-1}.$$

Quant au second membre, comme R_n ne contient pas de radical, il devient $P_n Q_n$, où P_n est le polynome de Legendre d'ordre n, et Q_n la fonction de deuxième espèce, qu'on pourra écrire sous la forme suivante, due à Hermite :

$$Q_n = \frac{1}{2} P_n \log\frac{r+1}{r-1} - \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{i} P_{n-i} P_{i-1}.$$

Une fois l'équation écrite, il ne reste plus qu'à en chercher la racine, ce qui ne sera pas compliqué puisqu'on n'a pas besoin d'une grande précision. De cette racine r on déduira une valeur approchée ρ' de l'élément ρ de

M. Liapounoff par la formule

$$\rho' = \frac{1}{r^2 - 1}.$$

Ayant fait le calcul dans le cas $n = 5$, nous avons trouvé que r était voisin de 5,9, ce qui nous a appris que ρ devait être voisin de 0,029. Les calculs, effectués alors suivant la méthode de M. Liapounoff, nous ont conduit aux résultats suivants ([1]) :

$$\text{pour } \rho = 0{,}0284, \qquad q = 0{,}004496, \qquad \frac{\Delta R}{\rho} - J = -0{,}0155;$$

$$\text{pour } \rho = 0{,}0285, \qquad q = 0{,}004576, \qquad \frac{\Delta R}{\rho} - J = +0{,}0195;$$

ρ est donc compris entre ces deux nombres; en fait, il ne doit pas différer beaucoup de 0,02844, valeur obtenue par interpolation.

Sans pousser les calculs plus loin, nous trouvons donc, pour l'ellipsoïde singulier correspondant à $n = 5$, les inégalités suivantes :

$$0{,}0284 < \rho < 0{,}0285, \qquad 0{,}004496 < q < 0{,}004576,$$
$$0{,}89139 < s < 0{,}89140, \qquad 0{,}12744 < r < 0{,}12748.$$

Passant maintenant aux notations de Darwin; nous trouvons pour les axes du Jacobien, son volume étant $\frac{4\pi}{3}$, les valeurs suivantes, exactes, la première à une unité près, les deux autres à trois unités près de l'ordre du dernier chiffre écrit :

$$A = 0{,}5365, \qquad B = 0{,}5776, \qquad C = 3{,}226.$$

Pour nous rendre compte de la forme de la figure d'équilibre voisine du Jacobien, calculons les coordonnées des points de rencontre de sa section par le plan des xz avec l'ellipse principale, comme nous l'avons fait pour le cas $n = 4$ ([2]). On trouve, outre les sommets du petit axe, les points

$$x_1 = 0{,}216; \qquad z_1 = 2{,}86;$$
$$x_2 = 0{,}453; \qquad z_2 = 1{,}73$$

et les symétriques par rapport aux axes. La section, par le plan des yz, est très peu différente. La figure est donc très allongée, et il semble bien, à première vue, qu'elle soit susceptible d'avoir des inflexions.

([1]) Notations de M. Liapounoff.

([2]) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 594.

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier; oscillations en masse.* Note [1] de M. C. **Camichel**, présentée par M. J. Boussinesq.

Les coups de bélier dans les conduites ont donné lieu à des recherches théoriques de MM. Allievi, Boussinesq, Joukovsky, Rateau, de Sparre, etc., mais il existe encore peu d'études expérimentales de ce phénomène. Au cours d'un travail entrepris en collaboration avec M. Eydoux, ingénieur des Ponts et Chaussées, j'ai eu l'occasion de faire diverses expériences préliminaires dont j'indiquerai brièvement, dans cette Note, les résultats les plus importants.

Prenons d'abord une conduite possédant des poches d'air de volumes suffisants pour que la compressibilité du liquide et la dilatation de l'enveloppe soient négligeables. Les oscillations en masse qui se produisent dans ce cas, par exemple à l'ouverture ou à la fermeture, sont très importantes; car on les observe fréquemment dans les canalisations d'eau des villes et dans les conduites des usines, où elles peuvent donner des phénomènes de résonance. M. Rateau a étudié ces oscillations dans le cas d'une poche d'air; on peut étendre les résultats obtenus à n poches d'air. On suppose alors que la conduite se subdivise en tronçons limités par les poches d'air; chaque tronçon ayant dans toute sa longueur une vitesse déterminée.

$L_1, L_2, L_3, \ldots$ désignant les distances du commencement de la conduite (côté amont) aux divers réservoirs d'air;

$H_1, H_2, H_3, \ldots$ les pressions aux points où se trouvent ces divers réservoirs d'air;

$U_1, U_2, U_3, \ldots$ les volumes de ces réservoirs;

$$H_1(1+z_1), \qquad H_2(1+z_2), \qquad H_3(1+z_3),$$

désignant les pressions provenant du coup de bélier, au temps t, aux points où se trouvent les divers réservoirs;

H la section ambiante;

S la section de conduite;

v_1 la vitesse à l'instant t, dans la première portion de longueur L_1;

v_2 la vitesse dans la seconde portion de longueur $L_2 - L_1$;

v_3 la vitesse dans la troisième portion de longueur $L_3 - L_2$.

On a les formules suivantes :

$$v_1 - v_2 = a\frac{dz_1}{dt}, \tag{1}$$

$$v_2 - v_3 = b\frac{dz_2}{dt}, \ldots, \tag{2}$$

$$\frac{L_1}{g}\frac{dv_1}{dt} = -H_1 z_1, \tag{3}$$

$$\frac{L_2 - L_1}{g}\frac{dv_2}{dt} = -H_2 z_2 + H_1 z_1, \ldots, \tag{4}$$

---

(1) Séance du 13 septembre 1915.

avec

$$a = \frac{U_1 H_1}{\gamma S(H + H_1)}, \qquad b = \frac{U_2 H_2}{\gamma S(H + H_2)}, \qquad \gamma = \frac{C}{c} = 1,41.$$

Ces formules supposent que les compressions et dilatations de l'air se font adiabatiquement et que les coups de bélier étudiés sont très faibles.

Les expériences ont porté sur deux conduites : l'une, de 30^{cm} de diamètre et de 30^{m} de longueur; l'autre, de 3^{cm} de diamètre et de $12^{m},50$ de longueur.

1° Dans le cas d'une seule poche d'air placée à l'extrémité inférieure de la conduite, on a la formule (3) qui a été donnée par M. Rateau. Cette formule montre que la répartition du coup de bélier est linéaire dans la conduite, puisque $\frac{dv_1}{dt}$ est constant d'un bout à l'autre de celle-ci. L'expérience vérifie complètement ce résultat [1].

On déduit de l'équation précédente la formule suivante qui donne la période T d'oscillation de l'eau :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}\,\frac{U_1}{S\gamma(H_1 + H)}}.$$

L'expérience vérifie complètement cette formule.

Voici quelques chiffres :

Période calculée en supposant le phénomène adiabatique.	Période observée.	Température ambiante.
s	s	
0,669	0,662	2°C.
0,626	0,642	
0,551	0,537	
0,500	0,491	
0,418	0,404	
0,293	0,279	

On peut dire que la période d'oscillation est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la racine carrée du volume de la poche d'air.

2° En employant deux poches d'air, on obtient des graphiques mettant en évidence deux périodes, dont les valeurs concordent avec les formules tirées des équations indiquées plus haut.

---

[1] Nous indiquerons ailleurs la vérification expérimentale de résultats analogues relatifs au fonctionnement des cheminées d'équilibre.

Voici quelques chiffres :

Les deux périodes observées étaient, dans une expérience :

$$T_1 = 0^s,63,$$
$$T_2 = 0^s,228.$$

Le calcul donnait :

$$T_1 = 0^s,619,$$
$$T_2 = 0^s,210.$$

3° Pour déterminer expérimentalement les diverses périodes de la conduite, on peut munir celle-ci, à son extrémité, d'un petit robinet qui est entraîné par un moteur dont on fait varier lentement la vitesse; les diverses résonances sont alors mises en évidence avec la plus grande netteté. Ce dispositif peut rendre des services dans les usines.

On donnera ailleurs des abaques permettant de déterminer les périodes d'oscillation de la conduite en fonction des volumes des poches d'air possibles et de leur position. Ces abaques font connaître immédiatement les périodes dangereuses d'une conduite.

MAGNÉTISME ET CHRONOMÉTRIE. — *Méthodes chronométriques pour les mesures du champ magnétique terrestre.* Note de M. **Jules Andrade**, présentée par M. P. Appell.

I. Dans un chronomètre non magnétisable, plaçons une aiguille aimantée liée au balancier et couchée sur lui sans en troubler l'équilibre par rapport à l'axe de rotation du balancier; la prévision rationnelle de marche d'un tel chronomètre constitue un problème identique à la détermination de la perturbation d'isochronisme due à un décentrage du balancier du chronomètre marchant en position verticale; le couple appliqué à l'aimant et dû à la composante horizontale du champ terrestre joue le rôle de la pesanteur dans le balancier décentré; ce dernier problème a été résolu par Phillips au premier ordre d'approximation; reprenons-le en le complétant, mais en opérant la transposition ci-dessus indiquée, transposition qui rétablit alors le chronomètre dans sa position horizontale normale.

II. Soit β l'angle de la ligne des pôles de l'aiguille aimantée avec le plan méridien magnétique, lorsque le balancier est au zéro de l'action élastique du régulateur en palladium du chronomètre. *Négligeons d'abord le frottement constant* et dénommons : A le moment d'inertie du balancier soumis

au système réglant dont la force est k; μ le moment maximum du couple magnétique qui sollicite l'aiguille par rapport à l'axe de rotation du balancier, le déplacement angulaire u du balancier en fonction du temps t est régi par l'équation

$$\text{(1)} \qquad A\frac{d^2u}{dt^2} = -ku - \mu\sin(\beta + u).$$

III. En vue des applications qui font l'objet de cette Note nous supposons petits le rapport $\frac{\mu}{k}$ et l'angle β, le cas où β serait voisin de π se ramenant au précédent par le changement de signe de μ. Observons maintenant que la valeur $-\varepsilon$ de μ pour laquelle le balancier serait en équilibre sous l'action de son ressort et de l'action magnétique de la terre est définie par l'équation

$$\text{(2)} \qquad k\varepsilon = \mu\sin(\beta - \varepsilon) \qquad \left(\text{ce qui donne sensiblement } \varepsilon = \frac{\mu}{k}\beta\right);$$

en posant alors $v = u + \varepsilon$ nous écrivons l'équation (1) sous la forme

$$\text{(3)} \qquad A\frac{d^2v}{dt^2} = -kv + \mu[\sin(\beta - \varepsilon) - \sin(v + \beta - \varepsilon)];$$

donc les deux valeurs v_0 et v_1 de v qui marquent les extrémités d'une même oscillation simple vérifient la relation

$$\text{(4)} \quad k(v_0^2 - v_1^2) + 2\mu\cos(\beta - \varepsilon)\cos(v_0 - v_1) = 2\mu\sin(\beta - \varepsilon)[v_0 - v_1 - \sin v_0 + \sin v_1],$$

d'où $v_0 = -v_1$ *avec une erreur de l'ordre de* $2\mu\sin\beta$.

Avec une semi-amplitude de régime voisine de $\frac{\pi}{2}$ et pour $\beta \leqq 1'$ en même temps que $\frac{\mu}{k} = \frac{1}{100}$ environ, on aura $v_1 = -v_0$ à l'approximation de *un quatre-cent-millième du radian*. Or, pour un bon chronomètre à peu près réglé sur le temps moyen, la différence des marches diurnes, entre les positions $\beta = 0$ et $\beta = \pi$, donne une différence de 864 secondes à $0^s,5$ près, soit à près du $\frac{1}{2000}$.

IV. A l'ordre du $\frac{1}{400000}$ nous pouvons donc écrire pour la durée d'une oscillation simple

$$\text{(5)} \qquad T = \pi\sqrt{\frac{A}{k}}\int_{-v_0}^{+v_0}\frac{dv}{\sqrt{v_0^2 - v^2}}\,\frac{1}{\sqrt{1 + \dfrac{2\mu}{k}\,\dfrac{\cos v - \cos v_0}{v_0^2 - v^2}}},$$

résultat qui nous donnera à *un dix-millième près de* $\frac{\mu}{k}$

$$\text{(6)} \qquad T = \pi\sqrt{\frac{A}{k}}\left[1 + \frac{\mu}{k}S(v_0) + \frac{\mu^2}{k^2}\mathfrak{C}(v_0) + \frac{\mu^3}{k^3}D(v_0)\right],$$

$S(v_0)$, $\mathfrak{C}(v_0)$ et $D(v_0)$ désignant trois séries entières qu'on déduira de (5) et dont Phillips a déjà rencontré la première.

V. Supposons *d'abord* qu'on observe à *température fixe* mais en *enregistrant* les semi-amplitudes consécutives $v_0 = \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \ldots, \varpi_n$, pendant la marche du chronomètre dans la position $\beta = 0$, durant 24 heures vraies, limitées par deux signaux horaires; on suivra de même, dans la position $\beta = \pi$, la marche du chronomètre durant les 24 heures suivantes pendant lesquelles auront été enregistrées les semi-amplitudes $W_1, W_2, W_3, \ldots, W_m$. Soient

$$\sigma = S(\varpi_1) + S(\varpi_2) + \ldots + S(\varpi_n); \qquad \Sigma = S(W_1) + S(W_2) + \ldots + S(W_m);$$
$$\theta = \mathfrak{C}(\varpi_1) + \mathfrak{C}(\varpi_2) + \ldots + \mathfrak{C}(\varpi_n); \qquad \Theta = \mathfrak{C}(W_1) + \mathfrak{C}(W_2) + \ldots + \mathfrak{C}(W_m);$$
$$\delta = D(\varpi_1) + D(\varpi_2) + \ldots + D(\varpi_n); \qquad \Delta = D(W_1) + D(W_2) + \ldots + D(W_n),$$

nous aurons

$$\text{(7)} \qquad \begin{cases} 86\,400 = \pi\sqrt{\dfrac{A}{k}}\left[n + \dfrac{\mu}{k}\sigma + \dfrac{\mu^2}{k^2}\theta + \dfrac{\mu^3}{k^3}\delta\right], \\ 86\,400 = \pi\sqrt{\dfrac{A}{k}}\left[m + \dfrac{\mu}{k}\Sigma + \dfrac{\mu^2}{k^2}\Theta + \dfrac{\mu^3}{k^3}\Delta\right]. \end{cases}$$

En notant le nombre Q des battements du chronomètre durant 24 heures avec l'aiguille démagnétisée, on a

$$\text{(8)} \qquad \pi\sqrt{\frac{A}{k}} = \frac{86\,400}{Q} \qquad \text{(au cent-millième près);}$$

on déduit alors de (7) cette première valeur approchée de $\frac{\mu}{k}$

$$\text{(9)} \qquad \frac{\mu}{k} = \frac{m-n}{\Sigma + \sigma},$$

et en la portant dans l'une des équations (7) dans les termes correctifs en $\frac{\mu^2}{k^2}$ et $\frac{\mu^3}{k^3}$, on déduira $\frac{\mu}{k}$ à $\frac{1}{1000}$ près, c'est-à-dire avec une erreur relative moindre que la variation annuelle du champ magnétique.

VI. La nécessité de l'enregistrement des amplitudes tient à la

variation importante de l'amplitude causée à travers l'échappement par les inégalités des dentures comme l'a montré M. Brillouin.

Nous avons négligé le frottement supposé constant, mais si l'on construit ces chronomètres magnétiques un peu plus volumineux que les chronomètres marins avec les systèmes de spiraux de palladium associés qui suppriment tout frottement latéral et laissent l'action du ressort réglant régulière, le frottement constant sur la tête du pivot seul subsiste, mais il ne trouble en rien la méthode précédente pourvu que l'amplitude complète de chaque vibration étant enregistrée la semi-amplitude qui figure dans les formules précédentes soit simplement la moitié de l'amplitude enregistrée.

La méthode précédente (très légèrement modifiée en tenant compte des corrections thermométriques si la température est variable, mais enregistrée) pourra servir à la détermination directe fort désirable du champ magnétique dans la zone équatoriale. Une boussole, les signaux horaires de la T. S. F., une seule lunette et deux enregistrements photographiques peuvent suffire, si l'amplitude de la vibration ne diffère pas beaucoup de 180°.

Les enregistrements étant soigneusement inscrits ou conservés seront utilisés au retour de l'explorateur avec deux Tables pour le calcul numérique des fonctions $S(v)$ et $\varpi(v)$.

VII. Au jour assez prochain, où, à l'aide d'un échappement électrique, on pourra séparer et l'entretien des vibrations et l'organe compteur, il sera possible dans les observatoires magnétiques de pousser jusqu'au cent-millième l'approximation de la mesure du champ magnétique terrestre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur le chlorure mercurique dissous et sur quelques sels de mercure.* Note de M. **Jean Pougnet**, présentée par M. Charles Moureu.

1. On avait déjà signalé qu'à la longue les solutions de sublimé corrosif s'altéraient légèrement à la lumière avec formation de traces de calomel. A la lumière ultraviolette cette décomposition devient extrêmement rapide et profonde, et l'on peut suivre pas à pas toute la marche du phénomène. J'ai opéré sur une solution de chlorure mercurique à 5 pour 100 dans l'eau distillée. (Si l'on employait une solution alcoolique, l'expérience

était compliquée par l'oxydation de l'éthanol, qui donnait consécutivement des traces d'acétate de mercure.)

20cm³ de la solution aqueuse de chlorure mercurique étaient placés dans un tube fermé en quartz, muni d'une tubulure permettant la communication avec la trompe, et l'on exposait la solution à 15cm du brûleur d'une lampe en quartz à vapeur de mercure fonctionnant sous 110 volts et 4 ampères.

Presque instantanément le liquide se trouble, et l'on peut constater que le précipité blanc très lourd qui se dépose est bien du calomel.

Pour suivre la marche du phénomène, des dosages du chlorure mercurique restant ont été faits toutes les 10 minutes au début, toutes les 20 minutes ensuite.

Le Tableau ci-dessous donne les résultats de ces opérations et montre que l'action, brusque d'abord, se ralentit et passe par un minimum. La réaction est en effet réversible, le calomel formé donnant lui-même, par photolyse, $HgCl^2$ et Hg :

$$Hg^2Cl^2 \rightleftharpoons HgCl^2 Hg.$$

Photolyse d'une solution de $HgCl^2$ *à* 1g *pour* 20cm³ H^2O.

Durée de l'irradiation.	HgCl² restant non décomposé.	
m	g	
10	0,831	
20	0,676	
30	0,582	(le calomel formé commence à noircir).
50	0,552	
70	0,528	
90	0,524	

La réversibilité de la réaction ne peut être suivie avec la même facilité, les rayons de courte longueur d'onde n'agissant qu'à la surface et ne pénétrant pas dans la masse du calomel.

Toutefois, en irradiant du calomel en suspension dans l'eau et en agitant constamment pour renouveler les surfaces en contact avec la lumière, on constate la formation progressive de $HgCl^2$. Mais les chiffres obtenus ici, dans les dosages successifs, n'expriment pas numériquement la marche du phénomène, ils en indiquent seulement le sens et l'allure générale.

Photolyse de 1g de calomel en suspension dans H^2O.

Durée d'irradiation.	$HgCl^2$ formé.
	g
30 minutes	0,017
60 minutes	0,033
2 heures	0,081
3 »	0,148
4 »	0,332
5 »	0,527
6 »	0,635

Inversement à ce qui s'était produit dans la photolyse du chlorure mercurique, la réaction est ici lente d'abord, puis de plus en plus rapide, dès qu'elle est amorcée. La construction des deux courbes représentant le phénomène montre d'ailleurs la similitude des deux réactions, en sens inverses.

2. Pour compléter ce travail, j'ai observé la résistance de quelques sels de mercure à la lumière ultraviolette; le Tableau suivant indique les modifications de quelques-uns d'entre eux. Ces substances étaient exposées à $0^m,20$ du brûleur de la lampe à vapeur de mercure à l'état sec ou humide.

Noms des substances.	Exposée à l'état sec.	Exposée à l'état humide.	Observations.
Bromure mercureux	noircit	noircit plus rapidement	
» mercurique	peu altéré	peu altéré	
Iodure mercurique	peu altéré	pâlit	Il s'est formé un peu de HgI^2 jaune.
» mercureux	noircit	noircit	
Chloro-iodure	pâlit légèrement	devient blanchâtre	Il s'est formé un peu de $HgCl^2$.
Cyanure	inaltéré	légèrement grisâtre	
Sulfocyanure	inaltéré	brunit légèrement	
Oxyde rouge	brunit	brunit	
Oxyde jaune	brunit	brunit	
Sulfate mercureux	noircit	noircit	
» mercurique	brunit un peu	»	
Azotate mercureux	jaunit	»	
» mercurique	brunit légèrement	»	
Arséniate mercureux	brunit légèrement	noircit	
» mercurique	peu altéré	noircit	
Chromate	inaltéré	inaltéré	
Vermillon	inaltéré	pâlit un peu	
Cinabre	pâlit un peu	»	
Acétate mercurique	devient jaune d'or	jaune d'or, puis brun	
» mercureux	jaune brun	noircit	
Benzoate	à peine altéré	noir verdâtre, puis rougeâtre	
Salicylate	brunit légèrement	brunit légèrement	

Conclusions. — Ces quelques expériences montrent nettement la réversibilité du système $Hg^2Cl^2 \rightleftarrows HgCl^2Hg$, ainsi que l'action rapide et profonde des radiations ultraviolettes sur les chlorures de mercure et la plupart des sels de ce métal.

On remarquera toutefois que les sels parfaitement secs résistent mieux, et l'on pourra en tenir compte pour leur conservation, les rayons ultraviolets agissant comme la lumière solaire, mais comme du « soleil concentré ».

Il serait bon aussi de placer les substances mercurielles altérables dans des flacons colorés de la teinte rouge orangé spéciale que j'ai indiquée pour la conservation de l'eau de laurier-cerise (*Congrès A. F. A. S.*, 1912), cette teinte étant excellente pour arrêter les rayons chimiques du spectre solaire.

MÉTÉOROLOGIE. — *La pression atmosphérique en Afrique occidentale et équatoriale.* Note [1] de M. **R. Chudeau.**

Le Tableau suivant, où les pressions ont été ramenées à la gravité normale, suffira pour indiquer comment varie cet élément aux diverses époques de l'année, dans les différentes régions :

700mm +.	Latitude.	Altitude.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Années.
	° ′	m													
In-Salah (7h)...........	27.11 N	280	39,1	38,9	35,5	33,3	32,6	32,8	32,7	32,9	33,9	35,1	36,3	38,2	35,3
Port-Etienne (7h).......	20.54 N	27	63,8	61,4	61,7	61	60,1	61,1	60,5	60	60,3	60,6	61,2	62,1	61,2
Tombouctou (7h)........	16.43 N	270	39,7	38,8	37,3	36	35,5	36,3	36,6	36,4	36,6	37,3	38,6	39,1	37,3
Saint-Louis (7h)........	16. 1 N	5	60,1	59,7	59,3	58,3	58,4	59,5	59,5	58,9	58,9	59	59,5	60,4	59,2
Kayes (7h)..............	14.29 N	50	56,5	55,2	54,7	54	53,5	55,4	56,2	55,8	55,7	55,3	55,6	56	55,3
Sansané-Mango (7h).....	10.21 N	150	47	47	45,8	45,8	46,1	48	48	47,9	47,7	47	46,4	46,2	46,9
Zungeru (9h)............	9.48 N	100	50,6	50,8	50,3	50,5	50,8	52	52,5	52	51,9	51,7	51,2	50,9	51,2
Conakry (7h)............	9.21 N	16	57,6	57,6	57,2	57,7	57,6	59,1	59,9	59,4	59,1	58,7	58,1	57,7	58,3
Lokodja (9h)............	7.48 N	50	56,1	56,6	55,8	55,7	56,1	57,3	57,9	57,7	56,9	56,7	56	55,5	56,2
Porto-Novo (7h)........	6.28 N	20	56,9	56,7	55,7	56,1	57,5	58,8	59,5	60,3	58,6	57,8	57,3	57	57,6
Grand-Bassam (7h)......	5.24 N	3	57,7	57,9	57,2	57,6	58,6	60,1	61,4	60,4	60,1	59,8	58,1	57,7	59
Mayumba (6h 30m).......	3.25 S	60	54,3	54,1	53,6	53,7	54,9	56,9	58	56,8	56,3	55,4	54,6	54,3	57,1
Brazzaville (8h).........	4.17 S	300	32,8	33,2	32,8	32,8	33,5	34,9	35,4	35	34,2	33,7	33,5	33,1	33,8

A In-Salah, le maximum est en janvier, le minimum en juillet, après réduction d'altitude. Au voisinage de l'équateur, le maximum principal est en juillet ou en août, le minimum en avril ou mai. Les stations égyp-

(1) Séance du 26 juillet 1915.

tiennes permettent de suivre d'assez près le passage d'un type à l'autre. Dakhlet-Oasis, Assiut, Asswan, Ouadi Halfa et même Merowe, avec une amplitude moindre, présentent le même type qu'In-Salah. A Atbara [17°40'], de juin à septembre, la pression varie peu et le minimum est remplacé par un méplat; pour la température, ce type se présentait un peu plus au nord, à Merowe [18°29']. A Tombouctou, un maximum secondaire se dessine en juillet; à Kassala [15°28'], à Kayes et à El-Obéïd [13°11'] les maxima d'été et d'hiver sont à peu près égaux. A partir de Sansané-Mango et de Kodok [9°53'], le maximum de juillet est le plus élevé. Pour la température, l'égalité des minima avait lieu entre le 10° et le 12°.

L'amplitude des variations annuelles atteint 8^{mm} au Sahara; dans les autres stations continentales, elle est souvent voisine de 4^{mm}; dans les stations littorales, elle tombe au voisinage de 2^{mm}; Entebbe [0°4' L. N., Uganda] montre l'action analogue des grands lacs ($2^{mm},3$ en 1911).

La marée diurne est très régulière et peut être observée presque tous les jours. Le maximum a lieu entre 9^h et 10^h, le minimum entre 16^h et 17^h. L'amplitude moyenne, au Sahara, est voisine de $3^{mm},5$, chiffre indiqué par H. Duveyrier et confirmé depuis par de nombreuses observations.

Les stations continentales du Soudan et du Congo semblent présenter la même amplitude moyenne pendant la saison sèche, une amplitude un peu moindre pendant la saison des pluies.

A proximité de la mer, l'amplitude est moindre; à Helwan (Le Caire), la moyenne des années 1904-1910 indique une amplitude de $1^{mm},64$ en septembre, $1^{mm},76$ en mars. A Saint-Louis, Borius donne $2^{mm},3$ en saison sèche, $2^{mm},1$ pendant l'hivernage. A Pointe-Noire [4°47' L. S.], de septembre 1910 à janvier 1911, l'amplitude a varié de $2^{mm},6$ à $2^{mm},9$ (Cablat, *Bull. du Com. Afr. fr.*, Suppl., juin 1913, p. 190).

Les perturbations sont extrêmement rares; la pression s'écarte peu de sa valeur moyenne. A Alexandrie de 1873 à 1896, les chiffres extrêmes observés ont été 746 et 774,2. H. Duveyrier a noté, à R'adamès, le 3 septembre 1861, une variation de $20^{mm},4$. Borius signale, en février 1874 à Saint-Louis, une oscillation de $8^{mm},6$. Du 4 au 6 décembre 1913, à Araouan, la pression est passée de 734,5 à 740 (à 7^h); en janvier 1914, j'ai noté à Taodéni [22°40' L. N.] une dépression d'environ 8^{mm}.

La construction des isobares se heurte à deux difficultés. Les seules altitudes bien connues sont celles du Nil et des chemins de fer encore peu nombreux. Le long des grands fleuves (Niger, Congo) qui ont été l'objet

de missions hydrographiques, l'incertitude ne dépasse pas 10^m à 15^m au plus. Pour les autres stations, l'erreur est considérable.

Les observations ne sont pas faites partout à la même heure et la correction de la marée diurne est un peu incertaine.

Pour l'année, l'isobare 760 (7^h) coupe le Nil entre Assiut et Wadi-Halfa; elle est WNW jusqu'au Sud algérien, d'où elle rejoint le Niger vers Tombouctou; elle se dirige ensuite vers l'Ouest, passe un peu au nord de Saint-Louis et traverse les îles du Cap Vert entre San Vicente et Ciudad de Praïa. Elle délimite une aire de maximum au-dessus de la forêt guinéenne. Enfin une troisième branche, quittant l'océan Indien un peu au nord de Dar es Salam [6°49′ L. S.] (760,9), contourne la forêt équatoriale jusqu'au Cameroun, d'où elle se dirige vers le Sud en suivant le littoral jusqu'à Saint-Paul-de-Loanda [8°49′ L. S.]. L'isobare 758 dessine entre Saint-Louis et Conakry un golfe qui pénètre jusqu'au voisinage de Kayes; une autre branche, partant de Merowe, se dirige vers In Salah puis revient à Kodok en passant au sud du Tchad. Elle délimite au Sahara une aire de minimum au centre de laquelle la pression doit être voisine de 756. Tilho (*Comptes rendus*, 18 octobre 1909) a indiqué un minimum plus creux que je ne retrouve pas. Cette dépression est réunie à l'Atlantique par deux couloirs, correspondant l'un au Dahomey, l'autre au Sénégal et à la Gambie, et séparés par la forêt de Guinée.

En janvier, l'isobare 760 passe à San Vicente, Dakar, puis descend vers le Sud parallèlement au rivage jusque vers le 8° L. N., qu'elle suit jusqu'au sud du Tchad. Elle remonte ensuite légèrement vers le Nord et passe près de El Obeid (760,7) et de Khartoum (759,8). Le golfe du Sénégal n'est plus indiqué que par une inflexion et le Sahara se rattache au maximum des Canaries. Le maximum guinéen n'existe pas, mais un maximum couvre la forêt équatoriale. L'isobare 758 délimite en Afrique orientale un minimum; elle est jalonnée par Kassala (758), Roseïrès (757,8), Wau (756,9); Bangui [4°21′ L. N.] (758,2) et Dar es Salam (758,8).

En mai, le minimum de l'Afrique orientale s'étend et se déplace vers le Nord; l'isobare 758 passe à peu près par Bangui (758,7), Tombouctou (758), Ouargla (758,9), puis revient couper le Nil entre Aswan (758,5) et Wadi-Halfa (757) englobant la majeure partie du Sahara, tout le Chari-Tchad, la Nigeria du Nord et le territoire de Zinder.

En juillet, le minimum Saharien est très net; l'isobare 755 passe par Wadi-Halfa (755), In-Salah (754,9) et Merowe (755,2), laissant le Tchad au Sud. Il a gagné vers l'Ouest et le Nord où il atteint les hauts

plateaux algériens et perdu vers le Sud; l'isobare 760 passe auprès de Tombouctou (759,3). Le golfe Sénégalais pénètre jusqu'à Kayes (760,5); le maximum guinéen atteint peut-être 762; le maximum de la forêt équatoriale semble se confondre avec celui de l'Afrique australe.

Le peu qu'on sait du régime du vent à l'intérieur de l'Afrique ne contredit pas à ce tracé des isobares. Pendant l'hiver, l'alizé du N-E, de faible intensité, couvre tout le Sahara et la majeure partie du Soudan. Pendant l'été, il est remplacé au Soudan par un vent du S-W qui semble distinct de la mousson du golfe de Guinée; en 1912, par exemple, à Grand-Bassam, le vent a été à peu près toute l'année N un peu W, pendant qu'à Gaoua [10°20′] et Sikasso [11°15′], etc., il était S-W. Ces directions divergentes sont d'accord avec le maximum barométrique de la forêt de Guinée.

MÉTÉOROLOGIE. — *Description d'un orage localisé.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. B. Baillaud.

L'été, dans la région lyonnaise, s'est présenté dans des conditions assez belles, avec quelques pluies ou gouttes orageuses, plutôt que des orages à proprement parler : c'est ainsi qu'il n'est pas tombé de grêle depuis environ 3 mois.

La journée du 2 septembre dernier fut très nuageuse, avec un peu de pluie : un vent très faible soufflait des régions Sud. Vers 17^h5^m, on entend des grondements de tonnerre à l'Ouest, tandis que des cumulus et cumulo-nimbus paraissent charriés par un courant WS-W; puis, vers l'Est, on perçoit quelques traînées pluvieuses.

A 18^h5^m, la nébulosité est assez faible, mais, à l'est de Saint-Genis-Laval, un groupe nuageux, d'aspect carré, attire l'attention : dans ce nuage isolé se déclare un orage violent par ses manifestations électriques; les éclairs ne sont pas extrêmement éloignés de l'observateur, car on perçoit encore nettement les roulements du tonnerre. A 20^h, éclairs au Nord.

Le lendemain, 3 septembre, temps frais avec vent faible ou calme des régions Nord : gouttes et petites pluies.

Si nous croyons devoir attirer l'attention sur ce phénomène, c'est à cause de son analogie profonde avec l'orage, très localisé également, du 3 septembre 1903 [1] : avec des documents météorologiques plus

---

[1] Jean Mascart, *Description d'un orage très localisé* (*Comptes rendus*, 14 septembre 1903, t. 137, p. 468).

complets et des cartes détaillées, on pourra à loisir étudier ces petites perturbations permanentes et d'étendue fort restreinte.

M. B. **Baillaud**, en présentant cette Note, signale que le nuage carré, isolé, mentionné dans la Note de M. *Jean Mascart* de septembre 1903, était presque immobile près de l'horizon, dans un ciel très pur.

Vers la même année, dans un de ses séjours au Pic du Midi, M. Baillaud y fut témoin d'un phénomène analogue, mais différent dans les détails. Dans un ciel entièrement pur, un nuage isolé, circulaire, arrivant du Vignemale, passa assez haut au-dessus du Pic et s'en alla vers le Nord-Est. Pendant tout le trajet, ce nuage fut le siège de manifestations électriques intenses presque continues.

MÉDECINE. — *Les troubles de la circulation artérielle en rapport avec les circonstances de guerre.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. Dastre.

Du fait de la guerre on constate, au point de vue de la circulation artérielle, divers troubles parmi lesquels je crois devoir signaler les suivants :

1. *Troubles généraux* [1]. — Tous les sujets, qui reviennent du champ de bataille et que j'ai pu observer depuis le début de la campagne, présentent une hypotension radiale.

Que le séjour au front ait été très prolongé ou non, que les sujets soient jeunes ou vieux, qu'ils aient été soumis à des fatigues plus ou moins grandes ou qu'ils soient restés au repos, qu'ils aient été bien ou mal alimentés, chez tous la tension radiale, au lieu de la normale 15, tombe rapidement à un chiffre bien inférieur, qui varie généralement entre 7 et 10. Chez des sujets qui présentaient avant leur départ de l'hypertension généralisée, on constate le retour de la tension radiale à la normale ou même le plus souvent un abaissement de celle-ci au-dessous de la normale.

Tous ces sujets se présentent dans les mêmes conditions que s'ils avaient été soumis, à tort ou pendant un temps trop prolongé, à des applications de d'Arsonvalisation, à l'aide de la grande cage.

---

[1] Il est bien entendu que je continue à attribuer aux termes *tension*, *hypotension*, *hypertension*, la même signification que dans mes Notes précédentes et que les mensurations ont été faites suivant la méthode que j'ai indiquée dans l'une de ces Notes. (Voir *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 539 et 1831 ; t. 158, 1914, p. 1440.)

Cette hypotension radiale est la conséquence d'une vaso-dilatation périphérique, interdépendante et compensatrice d'une vaso-constriction interne (phénomène de Dastre et Morat). Par des applications de d'Arsonvalisation, à l'aide de la cage locale appliquée au niveau de l'abdomen, suivant la technique que j'ai indiquée antérieurement, on régularise la circulation artérielle et l'on constate que la tension radiale est redevenue normale.

2. *Troubles locaux.* — Il est fréquent d'observer, au niveau d'un membre ayant été le siège d'un traumatisme de guerre, des troubles de circulation artérielle qu'on ne rencontre pas sur le même membre du côté opposé. Ceci est manifeste lorsque le siège de la lésion est au niveau d'un membre supérieur. Dans ce dernier cas, au niveau du membre lésé, on trouve une tension différente de celle du membre non lésé. Quelquefois la tension est plus élevée au niveau du membre atteint, mais le plus souvent, au contraire, la tension est moins élevée; le pouls radial, dans certains cas, peut même ne plus être perceptible. On détermine un retour à la normale par une application de cage locale au niveau de la racine du membre.

Je signale l'existence de ces troubles de la circulation artérielle en raison de l'influence qu'ils peuvent avoir sur l'évolution ou même la production de diverses affections ou complications observées chez les victimes de la guerre. En particulier, l'affection décrite sous le nom de *pieds gelés* est intimement liée à des troubles de cet ordre et il en est de même pour des retards de cicatrisation ou de consolidation osseuse. Enfin, ces troubles circulatoires ont certainement une influence sur la production des diverses psychoses, qui ont été observées en si grand nombre dans les guerres de nos jours.

On peut espérer qu'en régularisant la circulation artérielle on pourra aider la chirurgie conservatrice et éviter parfois des amputations.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le procédé de parthénogenèse expérimentale de Delage et son mode d'application.* Note de M. **A.-P. Dustin**, présentée par M. Delage.

Il y a quelques années, le professeur Y. Delage découvrait un procédé permettant de provoquer facilement et sûrement le développement parthénogénétique des œufs du *Strongylocentrotus lividus*.

Primitivement, le procédé consistait à faire agir successivement, sur les œufs mûrs, une solution faible de tannin d'abord, puis une solution ammoniacale. Des recherches ultérieures montrèrent à Delage que le tannin et l'ammoniaque pouvaient être mélangés d'avance sans nuire au résultat final. Un dernier perfectionnement fut apporté à la méthode par l'adjonction à l'eau de mer d'une certaine quantité de solution isotonique de saccharose. La technique définitive se formule comme suit :

A 300^{cm^3} d'eau de mer ajouter 700^{cm^3} de solution isotonique de saccharose (soit 388^g pour 1000) ; ajouter 15^{cg} de tannin préalablement dissous dans un peu d'eau distillée, puis enfin 3^{cm^3} d'une solution normale d'ammoniaque, titrée à l'acide oxalique. Les œufs séjournent 1 heure dans ce mélange, puis sont lavés plusieurs fois à l'eau de mer, et laissés finalement dans l'eau de mer. Quelques heures plus tard, les premières segmentations apparaissent (1).

Au cours de l'été 1915, nous avons eu recours à ce procédé et nous avons été amené à y apporter une modification légère qui est, croyons-nous, de nature à éviter des échecs à ceux qui voudraient ultérieurement employer la méthode au tannin ammoniacal.

De nombreux essais, faits en juillet et au début d'août, ne nous avaient donné que des résultats très médiocres : nous obtenions, ou bien des segmentations tout à fait irrégulières, ou bien la dégénérescence vésiculaire rapide de la plupart de nos œufs.

Ces résultats nous ayant donné l'impression que la solution employée agissait trop énergiquement et amenait des altérations rapides de l'œuf, nous fûmes amené à modifier la technique en faisant varier, d'une part le temps d'action de la solution de Delage, d'autre part sa concentration.

Si l'on se borne à faire varier le temps d'action du mélange tannin-ammoniaque-saccharose, on n'obtient guère de résultats encourageants : ou bien la durée est insuffisante et aucun phénomène ne se produit, ou bien l'on atteint d'emblée le moment où les œufs se désagrègent. Dans une seconde série d'expériences nous fîmes des dilutions du liquide de Delage au moyen d'eau de mer. Quatre cristallisoirs contenaient respectivement :

1.........	3	volumes de liquide	de Delage	+ 1	volume	d'eau de mer
2.........	2	»	»	+ 1	»	»
3.........	1	»	»	+ 1	»	»
4.........	1	»	»	+ 2	»	»

Les œufs séjournent une heure dans ces solutions, puis sont lavés et placés dans l'eau de mer. Dans ces conditions les cristallisoirs 2, 3 et 4

(1) Y. Delage, *Les vrais facteurs de la parthénogenèse expérimentale* (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 1908, p. 373).

donnent seuls des résultats : des asters apparaissent, des segmentations, d'ailleurs irrégulières, s'esquissent mais n'aboutissent jamais à la formation de larves nageantes. Chose intéressante, on observe, dans ces conditions expérimentales, que *les premiers asters apparaissent au bout de une heure ou une heure et quart, au sein même du mélange* (*liquide de Delage + eau de mer*). Tous les phénomènes préparatoires à la division paraissent donc se produire dans un seul et même milieu, et il n'est plus guère possible de distinguer deux temps dans l'activation de l'œuf.

Enfin, dans une troisième série d'expériences, nous avons opéré des dilutions successives du liquide de Delage au moyen de la solution isotonique de saccharose à 388 pour 1000. Deux dilutions nous ont donné des résultats particulièrement heureux, à savoir : une partie de liquide de Delage, additionnée de deux parties de solution sucrée, et un mélange à parties égales. La durée d'action fut de 1 heure. Dans ces conditions, on obtient rapidement de belles irradiations après que les œufs ont été replacés dans leur milieu naturel, et le lendemain de nombreuses larves nagent dans les cristallisoirs. L'addition de solution sucrée diminue d'une part le pourcentage d'eau de mer et d'autre part le pourcentage de tannate d'ammoniaque contenus dans le milieu. Un calcul simple permettrait d'établir d'avance ces pourcentages. Nous croyons cependant qu'en pratique il vaut mieux partir du liquide classique de Delage et, après essais infructueux, essayer les dilutions successives au moyen de la solution isotonique de saccharose. Par ce procédé, et au prix de quelques tâtonnements, on peut être assuré d'obtenir des résultats favorables.

Ce qui précède semble montrer que, non seulement le tannate d'ammoniaque, mais aussi les sels contenus dans l'eau de mer jouent un rôle essentiel et demandent à être dosés. C'est ainsi que, si l'on supprime complètement l'eau de mer, en plaçant les œufs directement, au sortir de l'animal, dans une solution isotonique de sucre additionnée de tannate d'ammoniaque, les résultats sont extrêmement médiocres.

Déjà en 1908, Delage avait observé ce fait et, après avoir expérimenté toute la gamme des mélanges d'eau de mer artificielle et de solution isotonique de saccharose, était arrivé à cette conclusion que les meilleurs résultats s'obtenaient avec un mélange formé de 70 pour 100 de solution sucrée et de 30 pour 100 d'eau de mer.

Nos expériences montrent qu'en cas d'insuccès avec ce procédé il faut tâter la susceptibilité si variable des œufs d'oursin ; suivant les années, les saisons, les oursins employés, il y a avantage à essayer des mélanges de

proportions variées; l'ingénieux procédé du professeur Delage devient ainsi d'une application aisée et sûre.

Les expériences dont nous venons d'exposer les résultats soulèvent une série de problèmes nouveaux concernant le mécanisme de la parthénogenèse par le procédé au tannate d'ammoniaque et l'influence particulière des différentes substances employées dans ce procédé.

Le cadre de cette courte Note nous interdit d'aborder ces problèmes, qui nécessiteraient d'ailleurs de nouvelles expériences; la saison est malheureusement trop avancée pour pouvoir encore entreprendre ces expériences actuellement.

BIOLOGIE. — *Sur l'évolution cyclique du cytoplasme de l'œuf activé.* Note de M. A. Brachet, présentée par M. Delage.

On réunit, sous le nom d'*activation*, un ensemble complexe de processus comprenant tous les actes de la fécondation et s'achevant par la division de l'œuf en blastomères. Quand un spermatozoïde pénètre dans un œuf, il l'active et sans phase de repos la segmentation commence; quand on fait agir sur l'œuf d'Oursin l'acide butyrique (premier temps de la méthode de parthénogenèse de Loeb) il active également cet œuf, mais incomplètement, car la segmentation avorte; le tannin (premier temps de la méthode de Delage) n'active pas à lui seul, non plus, l'œuf d'Oursin, car certaines des manifestations extérieures de l'activation font défaut.

Or l'une de ces manifestations consiste en ce que l'œuf est devenu réfractaire à la pénétration de nouveaux spermatozoïdes. Cette inhibition, dont le mécanisme est encore obscur, est définitive dans la fécondation normale; on admet qu'elle l'est aussi dans la parthénogenèse, bien que certains auteurs soient parvenus à superposer à cette dernière une fécondation véritable. Dans cet ordre d'idées nous avons fait cet été, à Roscoff, une série de recherches dont voici les résultats.

L'expérience-type est la suivante : les œufs d'Oursin (*Paracentrotus lividus*) sont traités pendant 2 minutes en moyenne ($1^m 45^s$ à $2^m 15^s$) par l'acide butyrique selon la formule de Loeb. Au sortir de ce mélange ils sont répartis en six lots :

Lot I. — Les œufs sont mis dans de l'eau de mer chargée de sperme d'Oursin : 60 à 70 pour 100 d'entre eux soulèvent immédiatement leur membrane, sont fécondés et donnent des Plutei. La polyspermie est l'exception.

Lot II. — Les œufs sont placés dans de l'eau de mer pure; moins de 2 minutes après, ils ont presque tous soulevé une membrane de fécondation typique. Au bout de 10 minutes du sperme est ajouté : c'est à peine si, dans 1 pour 100 des œufs, le spermatozoïde parvient à pénétrer et à provoquer la segmentation. Tous les autres subissent la cytolyse caractéristique de l'action de l'acide butyrique.

Lot III. — Les œufs séjournent dans de l'eau de mer pure, où presque tous soulèvent leur membrane, pendant 20 minutes, puis l'eau est additionnée de sperme. *Le résultat est exactement le même que dans le lot I :* 60 *à* 70 *pour* 100 *de fécondations suivies de développement.*

Lots IV et V. — Le séjour dans l'eau de mer est prolongé jusqu'à 30 et 40 minutes avant l'addition du sperme. Comme dans le lot II, il n'y a pas plus de 1 pour 100 des œufs qui soient fécondés et qui se segmentent.

Lot VI. — Les œufs restent dans l'eau pendant 50 minutes. A ce moment, non seulement ils ont presque tous leur membrane, mais autour de leur Pronucléus apparaît l'irradiation de l'énergide parthénogénétique. *Néanmoins aussitôt après addition de sperme,* 60 *à* 70 *pour* 100 *des œufs sont fécondés et se développent, comme dans les lots I et III.* La durée du séjour dans l'eau peut être prolongée jusqu'à 70 minutes sans que ces résultats soient modifiés.

Il résulte de ces observations que :

1° La membrane de fécondation et le liquide périvitellin accumulé sous elle ne mettent pas d'obstacle véritable à la fécondation.

Pourtant ce liquide est nocif, car dans les lots II, IV et V on y trouve souvent, après l'addition du sperme, un ou plusieurs spermatozoïdes mobiles; mais leurs mouvements s'arrêtent bientôt et ils meurent.

2° Les œufs d'Oursin activés par l'acide butyrique subissent, dans la composition de leur cytoplasme, des changements d'allure cyclique, qui se répètent deux fois dans les 50 premières minutes de leur immersion dans l'eau de mer. Au début et à la fin de chaque cycle, la substance de l'œuf est perméable au spermatozoïde et celui-ci peut compléter l'œuvre de l'agent parthénogénétique; dans les intervalles elle est complètement réfractaire, et les spermatozoïdes qui ont pu passer dans le liquide périvitellin y meurent. Les modifications intimes subies par l'œuf étant cycliques et par conséquent réversibles, doivent être de nature physique plutôt que chimique; il est en tout cas peu vraisemblable qu'elles soient dues à des oxydations.

3° L'irradation qui se produit constamment dans l'œuf d'Oursin, 50 à 80 minutes après le début de l'activation, n'empêche pas la fécondation; l'inhibition a eu lieu deux fois déjà avant qu'elle n'apparaisse.

4° Dans la fécondation normale, l'activation ne ferme pas son premier

cycle parce qu'elle se continue directement dans les phénomènes préparatoires à la segmentation : l'inhibition primaire est donc définitive et une polyspermie tardive impossible.

5° Herlant a observé (*Comptes rendus*, 1914) que l'efficacité du second temps de la méthode de Loeb offre deux moments optima; or ceux-ci coïncident assez bien avec les deux périodes de réceptivité au sperme que nos expériences ont mises en lumière. Il y a là matière à des rapprochements suggestifs qui ne peuvent trouver place ici.

La réversibilité des changements internes dus à l'activation par l'acide butyrique n'est pas toujours totale : dans plusieurs expériences, l'intervalle entre le premier et le second cycle nous a échappé et, dans deux autres, l'inhibition à la fécondation s'est montrée d'emblée définitive. Ces résultats sont dus sans doute à de légères différences dans l'aptitude réactionnelle des œufs.

Nous avons essayé de remplacer l'acide butyrique par le tannin suivant la technique employée par Delage, mais l'évolution cyclique de l'activation butyrique ne s'est pas produite et nous n'avons pas pu saisir le moment où se produit l'inhibition à la fécondation; l'activation tannique met donc certainement en œuvre un autre mécanisme que l'activation butyrique.

BACTÉRIOLOGIE. — *Toxine du vibrion septique et antitoxine correspondante.* Note de Mlle **A. Raphael** et M. **V. Frasey**, présentée par M. Roux.

Le but de nos recherches a été de produire, en peu de temps, chez le cheval, un sérum agissant contre le vibrion septique.

Il nous a fallu d'abord être en état d'obtenir, à coup sûr, une toxine active et toujours comparable à elle-même.

Préparation de la toxine. — La technique que nous avons suivie, et que nous allons résumer, favorise l'évolution rapide des germes et multiplie, par conséquent, dans le temps, la quantité de poison élaboré.

Nos échantillons, sitôt isolés, sont ensemencés en bouillon Martin. Afin d'éviter de fréquents repiquages (dont on connaît l'effet désastreux sur les propriétés des bactéries), cette culture-origine est répartie en un grand nombre d'ampoules qui sont scellées et gardées à la glacière.

Pour préparer la toxine, nous reprenons les spores ainsi conservées, et nous les mettons dans des conditions propices à leur rajeunissement; nous nous servons du bouillon Martin, glucosé à 0,2 pour 100; la germination s'y fait rapidement, quelque long qu'ait été le séjour à basse température.

L'expérience montre qu'il est indispensable de recourir ensuite à un milieu moins riche, le bouillon Martin non sucré. Le vibrion septique s'y développe lentement et trouble à peine le liquide. C'est avec cette semence maigre, d'apparence presque misérable, qu'on fera un troisième et dernier passage, pour lequel le bouillon Martin, glucosé à 0,2 pour 100, constitue le milieu d'élection.

La culture ainsi obtenue est retirée de l'étuve après 24 heures (comme les deux cultures antécédentes).

D'une remarquable abondance, elle est habituellement riche en gaz et répand une odeur fade et pénétrante; ces caractères sont de bon augure quant à l'activité de la toxine.

Pour recueillir celle-ci, il n'y a qu'à filtrer sur une bougie bien perméable.

Titrage de la toxine. — Comme animal-réactif, nous employons le lapin de 2^{kg}. La toxine est injectée dans la veine de l'oreille.

Avec l'échantillon qui nous a servi à faire cette étude (vibrion septique isolé d'un cadavre de lapin altéré), nous avons obtenu les chiffres suivants: 1^{cm^3} tue en 5 minutes en moyenne; $0^{cm^3},5$ tue en un temps variable (quelques minutes à quelques heures).

Ces résultats sont plutôt supérieurs à ceux observés avec la toxine de 5-15 jours, et exposés dans un travail antérieur [1]. Il y a donc tout avantage à suivre notre technique actuelle, c'est-à-dire à filtrer les cultures après 24 heures d'étuve.

Nous avons titré, de la même façon, quatre autres races provenant respectivement : de sang humain (septicémie gangréneuse) (1), de cadavres de cobayes altérés [(2) et (3)], et de sang de vache putréfié (4). Les deux premières présentaient la même toxicité que l'échantillon lapin; la troisième lui était légèrement inférieure; la quatrième s'est montrée environ deux fois moins active.

---

[1] M. Nicolle, E. Césari et Mlle A. Raphaël, *Études sur le vibrion septique et le* Bacterium Chauvœi (*Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1915).

La toxine s'affaiblit à la glacière : au bout d'une semaine de conservation, en tubes scellés, il faut doubler les doses pour produire les mêmes effets; après 15 jours, il faut les tripler.

Immunisation du cheval. — Les immunisations ont toutes été pratiquées sous la peau de l'encolure.

Du 4 mai au 30 juin 1915, l'animal a reçu successivement 5, 33, 70, 108, 150, 150, 180 et 165$^{cm^3}$ de toxine.

La réaction locale consiste en un œdème plus ou moins étendu, variant, selon les doses, entre les dimensions d'une pièce de 5 francs et celles d'une main. Elle est indolore et disparaît en 48 heures.

Aucun trouble général appréciable : la température ne s'élève guère au-dessus de 38°; l'inappétence et l'abattement font complètement défaut.

Alors que presque tous les sérums thérapeutiques connus demandent une préparation d'au moins 3 mois, l'immunisation de notre cheval s'est effectuée en 8 semaines et aurait pu être conduite plus rapidement. Nul incident n'est venu la troubler.

L'animal a été saigné 7 jours après la dernière injection.

Titrage du sérum. — Quoique notre sérum ne puisse posséder, vu son mode de préparation, que des propriétés antitoxiques, il confère l'immunité, comme il fallait s'y attendre ([1]), à la fois contre la toxine et contre les germes du vibrion septique.

Action antitoxique. — On sait que 1$^{cm^3}$ de filtrat, introduit dans la veine du lapin de 2^{kg}, le tue en 5 minutes. Mélangée à $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ de centimètre cube de notre sérum (30 minutes de contact, température ordinaire), cette dose est absolument inoffensive. $\frac{1}{2000}$ de centimètre cube la neutralise incomplètement (mort en 1 heure environ au lieu de 5 minutes). 0$^{cm^3}$,5 de sérum équin normal est dépourvu de tout effet (mort en 5 minutes comme le témoin).

Action anti-infectieuse. — Si l'on injecte, sous la peau d'un cobaye de 500^{g} à 600^{g}, 1$^{cm^3}$ de culture mélangée à $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ de centimètre cube de notre sérum (contact 30 minutes, température ordinaire), l'animal ne présente pas le moindre trouble local ni général. Abaisse-t-on la dose de sérum à $\frac{1}{200}$ de

---

([1]) Voir le travail cité plus haut.

centimètre cube la mort survient en 18 heures (retard net). $0^{cm^3},5$ de culture, additionnée ou non de 1^{cm^3} de sérum équin normal, tue en quelques heures.

Les résultats sont les mêmes avec une toxine et une culture de *Bacterium Chauvœi*, d'activité semblable.

Conclusions. — 1. Le vibrion septique peut donner, en 24 heures, une toxine très active. Il est facile de la titrer, en quelques minutes, sur le lapin.

2. L'immunisation du cheval contre ce poison se fait rapidement et sans danger.

3. Le sérum ainsi obtenu manifeste, chez les animaux de laboratoire, des propriétés antitoxiques et anti-infectieuses, à la fois vis-à-vis du vibrion septique et du *Bacterium Chauvœi*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèse biochimique, à l'aide de la glucosidase α, du monoglucoside α du glycol propylénique ordinaire.* Note (¹) de MM. **Em. Bourquelot** et **A. Aubry**, transmise par M. Jungfleisch (²).

La glucosidase α (glucosidase de la levure basse, séchée à l'air), étant facilement détruite par un grand nombre d'alcools, même dilués, il était nécessaire, avant de l'employer à la glucosidification du glycol propylénique ordinaire ou isopropylénique, de faire quelques essais méthodiques afin de déterminer jusqu'à quel degré de concentration de ce glycol elle pourrait lui être mélangée sans que son activité fût affaiblie.

Pour cela, sept mélanges ont été préparés, qui renfermaient, pour 100^{cm^3}, 10, 20, 30, 40, 50, 60 et 70 grammes de glycol isopropylénique. Le premier était composé comme il suit :

(¹) Séance du 13 septembre 1915.

(²) Pour la synthèse du monoglucoside β du même glycol, voir *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 214.

d-glucose anhydre	1g
Eau distillée	70cm³
Glycol isopropylénique	10g
Macéré aqueux de levure basse, séchée à l'air [1]	10cm³
Eau distillée, q. s. p. f.	100cm³
Toluène	X gouttes

Les autres mélanges qui contenaient chacun 1g de glucose, ne différaient du précédent que par les proportions d'eau et de glycol, le volume étant, dans tous les cas, amené à 100cm³.

Tous ces mélanges ont été abandonnés à la température du laboratoire, et le processus de synthèse a été suivi au polarimètre. Rotation initiale pour $l = 2$: $+ 1° 2'$.

Voici les rotations observées jusqu'à l'arrêt de la réaction (équilibre) :

	Glycol pour 100cm³.	Rotations après 78 jours.	Rotations après 95 jours.	Augmentation de la rotation.
1.	10g	+1°.16'	+1°.16'	14'
2.	20	+1.32	+1.30	28
3.	30	+1.40	+1.44	42
4.	40	+1.42	+1.58	56
5.	50	+1.10	+1.10	8
6.	60	+1. 4	+1. 4	2
7.	70	+1. 2	+1. 2	0

On voit que l'action synthétisante croît d'abord, conformément à la règle, proportionnellement à la teneur en glycol. Mais quand cette teneur dépasse 40g pour 100cm³, l'action diminue rapidement, de sorte qu'on peut admettre que l'activité de la glucosidase α est détruite lorsque la proportion de glycol atteint environ 50g pour 100cm³ [2]. Le glycol isopropylénique est donc plus toxique à l'égard de la glucosidase α que le glycol ordinaire, puisque, dans ce dernier, l'activité du ferment ne change pas pour

---

(1) Ce liquide a été obtenu en faisant macérer, pendant 24 heures, 10g de levure basse, séchée à l'air, dans 100cm³ d'eau distillée. Il accusait une rotation gauche ($l = 2$) de 2'.

(2) La faible action synthétisante qui se manifeste encore pour cette teneur tient à ce que la destruction du ferment n'est pas instantanée.

cette teneur de 50^g pour 100^{cm^3}, et qu'elle se manifeste encore, quoique faiblement, lorsque la teneur atteint 70^g pour 100^{cm^3} (¹).

Quoi qu'il en soit, ces essais démontraient que pour réussir la synthèse biochimique du *d*-glucoside α du glycol isopropylénique, la proportion de celui-ci dans les mélanges ne devait pas dépasser 40^g pour 100^{cm^3}. Nous avons donc préparé la solution suivante :

d-glucose anhydre	93^g	$1^{mol.}$
Eau distillée	150^{cm^3}	
Glycol isopropylénique	248^g	$6^{mol},3$
Macéré aqueux de levure basse.....	195^g	
Eau distillée q. s. p. f.	665^{cm^3}	(environ 30^{cm^3}; en tout $40^{mol},3$)

qui a été conservée à la température du laboratoire pendant 127 jours, du 16 février au 23 juin. Le soixante-douzième jour, on a ajouté une proportion d'extrait de levure, préparé à froid et dans le vide, équivalent à 45^{cm^3} de macéré. Voici les rotations observées :

Durée	4 jours.	18 jours.	39 jours.	69 jours.	76 jours.	92 jours.	112 jours.	127 jours.
Rotations ($l = 2$)....	$+15°8'$	$+16°42'$	$+18°18'$	$+20°12'$	$+20°32'$	$+21°54'$	$+23°4'$	$+23°26'$

Il y a donc eu une augmentation de la rotation d'au moins $8°18'$.

Pour isoler le ou les glucosides formés, on a opéré comme pour le monoglucoside β (*loc. cit.*), sauf que, après destruction du glucose en excès par fermentation, on a déféqué la solution à l'aide du sous-acétate de plomb. L'extrait obtenu par évaporation de la solution déféquée, a été débarrassé des dernières traces de glycol par plusieurs traitements à l'éther acétique bouillant, et comme, malgré de multiples tentatives, on n'a pas réussi à obtenir de produit cristallisé, on l'a traité de nouveau et à quatorze reprises différentes par l'éther acétique bouillant en en employant chaque fois 500^{cm^3}. Ce véhicule ne dissolvant que de très faibles quantités de glucoside, le résidu de la distillation de tous ces liquides ne pesait que 8^g environ. On l'a dissous dans 50^{cm^3} d'alcool absolu et l'on a ajouté 30^{cm^3} d'éther, ce qui a précipité encore quelques impuretés. Enfin, la solution alcoolique décantée a été évaporée en consistance d'extrait sec.

L'étude de l'hydrolyse de ce produit par l'acide sulfurique dilué, que nous ne pouvons exposer ici, a montré qu'il avait la composition d'un

---

(¹) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Synthèse biochimique de glucosides d'alcools polyvalents; glucosides α de la glycérine et du glycol* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7ᵉ série, t. 8, 1913, p. 547).

monoglucoside. Comme il renfermait encore quelques impuretés, on a déterminé son pouvoir rotatoire en se basant sur son hydrolyse fermentaire.

A 20^{cm^3} d'une solution renfermant $1^g,1080$ de produit sec, on a ajouté 20^{cm^3} de macéré de levure à 1 pour 100 et abandonné le mélange à la température du laboratoire. Voici les rotations observées et le glucose trouvé après :

	0 heure.	19 heures.	43 heures.	6 jours 19 heures.	12 jours.
Rotation.............	+ 5°5′	+ 3°58′	+ 3°22′	+ 2°24′	+ 2°12′
Glucose par 100^{cm^3}.....	traces	$0^g,421$	$0^g,651$	$1^g,05$	$1^g,155$

Avec ces données on calcule que les portions hydrolysées en 19 heures, 43 heures, etc. avaient comme pouvoirs rotatoires respectifs + 139°,7; + 139°,3; + 136°,2; + 134°,7. Le produit paraît donc constitué par deux monoglucosides dont l'un a un pouvoir rotatoire supérieur à + 139°,7 et l'autre un pouvoir rotatoire inférieur à + 134°,7. L'existence de ces deux monoglucosides répond au fait que les deux fonctions alcooliques du glycol isopropylénique sont l'une primaire et l'autre secondaire.

Enfin on a constaté que le glycol restant était toujours optiquement inactif.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **A. Lacroix** dépose sur le bureau, au nom de M. Lucien Poincaré, directeur de l'Enseignement supérieur, un Ouvrage en deux volumes, *La Science française*, publié par M. le Ministre de l'Instruction publique, à l'occasion de l'Exposition internationale de San-Francisco.

Cet Ouvrage est destiné à mettre sous les yeux du public américain un tableau du rôle joué par le génie français dans l'établissement et dans le développement des diverses sciences; il sert d'explication à une bibliothèque, placée dans le pavillon français de l'Exposition et dans laquelle a été réunie une série des principales publications scientifiques de notre pays.

Le lecteur y trouvera une série de courts articles rédigés d'une façon indépendante par des spécialistes qualifiés, au nombre desquels se trouvent beaucoup de nos Confrères.

Le Tome I est celui qui correspond aux sciences du ressort de notre Académie. Après une introduction de M. Lucien Poincaré, qui expose le but envisagé, se trouvent les chapitres suivants : la Philosophie par Henri Bergson, la Sociologie par Émile Durkheim, la Science de l'Éducation par Paul Lapie, les Mathématiques par M. Paul Appell, l'Astronomie par M. Baillaud, la Physique par M. Edmond Bouty, la Chimie par M. André Job, la Minéralogie par M. Alfred Lacroix, la Géologie par M. Emm. de Margerie, la Paléobotanique par M. R. Zeiller, la Paléontologie zoologique par M. Marcellin Boule, la Biologie par M. Félix Le Dantec, les Sciences médicales par M. Henri Roger, la Science géographique par M. Emm. de Martonne. Chaque notice est suivie d'une liste bibliographique et contient

le portrait du savant français qui a paru le plus représentatif de la science considérée.

Cet Ouvrage est bien présenté ; il fait honneur à la Science française et à ceux qui ont eu l'idée de l'entreprendre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une deuxième forme des fonctions Θ du quatrième degré.* Note de M. **Paul Appell.**

Les fonctions θ elliptiques peuvent être mises sous deux formes différentes, suivant le rôle particulier qu'on fait jouer à l'une ou à l'autre des périodes.

Nous nous proposons ici d'indiquer de même une seconde forme des fonction Θ du quatrième degré : c'est ce problème que j'ai appelé antérieurement le *problème de la transformation.*

D'après des notations déjà employées, désignons par α, β, γ, δ des entiers dont le premier est positif, et posons

$$\varphi(\lambda)=\alpha\frac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)(\lambda-3)}{1.2.3.4}+\beta\frac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)}{1.2.3}+\gamma\frac{\lambda(\lambda-1)}{1.2}+\delta\lambda,$$

$$\varphi_1(\lambda)=\varphi(\lambda+1)-\varphi(\lambda)=\alpha\frac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)}{1.2.3}+\beta\frac{\lambda(\lambda-1)}{1.2}+\gamma\lambda+\delta,$$

$$\varphi_2(\lambda)=\varphi_1(\lambda+1)-\varphi_1(\lambda)=\alpha\frac{\lambda(\lambda-1)}{1.2}+\beta\lambda+\gamma,$$

$$\varphi_3(\lambda)=\varphi_2(\lambda+1)-\varphi_2(\lambda)=\alpha\lambda+\beta.$$

Soit n un entier quelconque, la fonction Θ la plus générale du quatrième degré est

$$\Theta\begin{pmatrix}\omega, x, y, z\\ \alpha, \beta, \gamma, \delta\end{pmatrix}=\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}e^{\omega\varphi(n)+x\varphi_1(n)+y\varphi_2(n)+z\varphi_3(n)}.$$

Introduisons une quatrième variable t, en posant

$$F(x, y, z, t)=e^{\alpha t}\Theta\begin{pmatrix}\omega, x, y, z\\ \alpha, \beta, \gamma, \delta\end{pmatrix}.$$

Cette nouvelle fonction entière F possède la période $2\pi i$ par rapport à chaque variable et vérifie la relation

$$F(x+\omega, y+x, z+y, t+z)=F(x, y, z, t).$$

Ceci rappelé, faisons le changement de variables indiqué dans la Note (¹)

(¹) *Contribution à l'étude des fonctions Θ de degrés supérieurs* (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 161-165).

des *Comptes rendus* du 17 août 1915 : ce changement consiste à conserver x et à remplacer y, z, t par trois nouvelles variables y_2, y_3, y_4 définies par

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} y &= y_2 + \frac{x(x-\omega)}{2\omega},\\ z &= y_3 + y_2\frac{x}{\omega} + \frac{x(x-\omega)(x-2\omega)}{2.3\omega^2},\\ t &= y_3 + y_3\frac{x}{\omega} + y_2\frac{x(x-\omega)}{2\omega^2} + \frac{x(x-\omega)(x-2\omega)(x-3\omega)}{2.3.4\omega^3}. \end{aligned}\right.$$

La fonction $F(x, y, z, t)$ devient alors une fonction entière

$$F[x, y_2, y_3, y_4],$$

qui admet, par rapport à x, la période ω. C'est ce que nous allons vérifier.

Le changement de variables donne une expression de la forme

$$(2)\qquad F[x, y_2, y_3, y_4] = e^{\alpha y_4}\sum_n e^{u\omega + v y_2 + w y_3}$$

où l'exposant est ordonné par rapport à y_2, y_3, y_4, les quantités u, v, w ayant pour expressions

$$\begin{aligned} u &= \varphi(n) + \frac{x}{\omega}\varphi_1(n) + \frac{x(x-\omega)}{2\omega^2}\varphi_2(n)\\ &\quad + \frac{x(x-\omega)(x-2\omega)}{2.3\omega^3}\varphi_3(n) + \frac{x(x-\omega)(x-2\omega)(x-3\omega)}{2.3.4\omega^4}\alpha,\\ v &= \varphi_2(n) + \frac{x}{\omega}\varphi_3(n) + \frac{x(x-\omega)}{2\omega^2}\alpha,\\ w &= \varphi_3(n) + \frac{x}{\omega}\alpha. \end{aligned}$$

En faisant un calcul facilité par la théorie des différences, on voit que les quantités u, v, w qui dépendent de x et de n sont des fonctions de la seule quantité $x + n\omega$, qu'on peut écrire comme il suit

$$\begin{aligned} u &= \varphi\left(n + \frac{x}{\omega}\right) = \varphi\left(\frac{x + n\omega}{\omega}\right),\\ v &= \varphi_2\left(n + \frac{x}{\omega}\right) = \varphi_2\left(\frac{x + n\omega}{\omega}\right),\\ w &= \varphi_3\left(n + \frac{x}{\omega}\right) = \varphi_3\left(\frac{x + n\omega}{\omega}\right); \end{aligned}$$

l'exposant dans la série (2) est donc une certaine fonction de $x + n\omega$

$$u\omega + v y_2 + w y_3 = \psi\left(\frac{x + n\omega}{\omega}\right)$$

en posant

$$(3)\qquad \psi\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)=\omega\,\varphi\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)+y_2\varphi_2\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)+y_3\varphi_3\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right),$$

et l'on a

$$F[x, y_2, y_3, y_4]=e^{\alpha y_4}\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{\psi\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)}.$$

Il est alors évident que la fonction $F[x, y_2, y_3, y_4]$ admet la période ω par rapport à x, puisque le changement de x en $x+\omega$ donne le même résultat que le changement de n en $n+1$ dans la série. On peut donc écrire

$$(4)\qquad F[x, y_2, y_3, y_4]=e^{\alpha y_4}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=-\infty} A_\nu e^{\frac{2\nu\pi x i}{\omega}},$$

A_ν étant une fonction entière de y_2 et y_3. Ce coefficient est donné par la formule classique

$$\omega A_\nu=\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}\int_0^\omega e^{-\frac{2\nu\pi x i}{\omega}+\psi\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)}dx;$$

comme n est entier, on peut, en ajoutant $-2\nu n\pi i$ à l'exposant, écrire

$$\omega A_\nu=\sum_n\int_0^\omega e^{-2\nu\pi i\frac{x+n\omega}{\omega}+\psi\left(\frac{x+n\omega}{\omega}\right)}dx.$$

Mais alors, en faisant, dans chaque intégrale, le changement de variable

$$\frac{x+n\omega}{\omega}=\xi,$$

on a

$$A_\nu=\sum_n\int_n^{n+1} e^{-2\nu\pi i\xi+\psi(\xi)}\,d\xi$$

et enfin

$$A_\nu=\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\psi(\xi)-2\nu\pi i\xi}\,d\xi,$$

$$A_\nu=\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\omega\,\varphi(\xi)+y_2\varphi_2(\xi)+y_3\varphi_3(\xi)-2\nu\pi i\xi}\,d\xi,$$

la variable d'intégration étant réelle.

Le coefficient A_ν, fonction entière de y_2 et y_3, est ainsi exprimé par une intégrale définie, dans laquelle l'exposant de e est un polynome du quatrième degré par rapport à la variable d'intégration.

Le coefficient A_ν étant calculé, on a la nouvelle forme de la fonction Θ:

$$e^{\alpha i}\Theta\begin{pmatrix}\omega, x, y, z\\ \alpha, \beta, \gamma, \delta\end{pmatrix} = e^{\alpha y_1}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} A_\nu e^{\frac{2\nu\pi x i}{\omega}},$$

ce qui, en vertu de la relation (1), réalise la transformation cherchée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hétérogénéité des aciers.* Note de MM. **Henry Le Chatelier** et **Jules Lemoine.**

Certains aciers communs : rails, fers de construction, etc., montrent souvent, à l'examen métallographique, une répartition anormale de la perlite; c'est-à-dire des parties riches en carbone. Cette perlite est groupée en lignes parallèles, séparées par des espaces ne se colorant pas aux réactifs, parce qu'ils sont exempts de carbone. Cette structure striée est attribuée généralement au phosphore. Le métal serait composé de bandes parallèles, inégalement riches en phosphore, et le carbone se concentrerait dans les parties les moins phosphoreuses. Le parallélisme de ces bandes est la conséquence du laminage qui allonge dans le même sens les régions voisines, de dimensions différentes et de forme quelconque, juxtaposées dans le lingot primitif préparé par fusion.

L'inégale répartition du carbone est un exemple de la loi générale de partage d'un corps entre deux dissolvants. Le carbone est beaucoup moins soluble à chaud dans le fer phosphoreux que dans le fer pur, comme l'iode est moins soluble dans l'eau que dans le sulfure de carbone. Aux concentrations inférieures à la saturation, le partage se fait sensiblement dans le rapport des solubilités.

Ce caractère de la localisation du phosphore est indirect et par suite incertain; il manque en outre de sensibilité. Il ne donne plus d'indications nettes, c'est-à-dire que la répartition de la perlite devient normale, quand la teneur en phosphore est peu différente d'une région à l'autre, ce qui est le cas des aciers à faible teneur en phosphore, c'est-à-dire de tous les aciers de bonne qualité. Aussi a-t-on cherché depuis longtemps des réactifs permettant de caractériser directement le phosphore et d'étudier plus facilement sa répartition.

Parmi ces réactifs, le plus satisfaisant paraît être celui que M. Stead a fait connaître au dernier meeting de l'Iron and Steel Institute (mai 1915). En étudiant cependant l'emploi de ce réactif, il nous a semblé possible

d'en améliorer encore la composition et d'en augmenter la sensibilité. Le liquide indiqué par M. Stead est une solution dans l'alcool méthylique aqueux d'un mélange de chlorure cuivrique et de chlorure de magnésium. La proportion d'eau employée n'avait pas été précisée et c'est de son dosage exact que dépend toute la sensibilité du réactif. Voici la formule qui nous a semblé la plus convenable pour l'attaque, à la température de 20°, des aciers contenant de 0,5 à 1,0 pour 100 de manganèse et environ 0,2 pour 100 de silicium :

Alcool méthylique rectifié pur..................	100^{cm^3}
Eau..	18^{cm^3}
Acide chlorhydrique concentré.................	2^{cm^3}
Chlorure cuivrique cristallisé..................	1^g
Chlorure de magnésium cristallisé.............	4^g

Pour employer ce réactif, on en verse, suivant les indications de M. Stead, quelques gouttes sur la surface polie de l'échantillon et l'on attend que les bandes, qui apparaissent bientôt visibles à l'œil nu, présentent le maximum d'opposition; cela demande généralement à peu près une minute. Le cuivre, ou un composé du cuivre formant les bandes sombres, se dépose sur les régions les moins riches en phosphore.

On peut accroître l'opposition des teintes et, par suite, la visibilité des différentes bandes, en faisant intervenir une action électrolytique. On immerge complètement l'échantillon dans le réactif et on le réunit au pôle positif d'un accumulateur, tandis qu'un fil de cuivre, relié à l'autre pôle, plonge dans le liquide et sert de cathode. La distance des deux électrodes étant de 20^{mm}, l'intensité du courant ne dépasse pas 50 milliampères; le liquide alcoolique est en effet très peu conducteur. Avec ce dispositif, on arrive à éviter tout dépôt de cuivre sur les régions les plus phosphoreuses et par suite à augmenter l'opposition entre les zones inégalement attaquées.

Le mode de fonctionnement de ce réactif est assez complexe : le chlorure cuivrique exerce une double action. Comme tous les sels de cuivre, il tend à déposer du cuivre sur le fer, mais en même temps, en raison de sa facile transformation en sel cuivreux, il tend au contraire à redissoudre le cuivre déjà déposé, comme le ferait le chlorure ferrique. Si l'on opère avec la solution alcoolique de chlorure cuivreux, qu'on obtient facilement en ajoutant au réactif de la tournure de cuivre en excès et en attendant la décoloration du liquide, presque toujours le cuivre se dépose instantanément sur toute l'étendue de la surface préparée et l'on n'observe aucune différence de coloration d'un point à l'autre.

L'action du réactif dépend surtout des proportions relatives d'eau et d'alcool. Avec trop peu d'eau, 10 pour 100 par exemple, on arrive bien difficilement à observer les bandes, même après une attaque prolongée; il ne se dépose pas de cuivre. Avec un excès d'eau, 25 pour 100 par exemple, le dépôt du cuivre est au contraire trop rapide et se fait uniformément sur toute la surface, sans donner non plus de différences bien nettes d'une région à l'autre, tout au moins dans les aciers peu phosphoreux. Quand la proportion de phosphore est assez considérable pour provoquer l'orientation de la perlite, on obtient cependant des zones inégalement cuivrées pour des compositions assez différentes du réactif. Avec la composition normale donnée plus haut, on obtient encore les bandes, même quand la perlite est uniformément répartie dans la masse.

Voici quelques résultats obtenus avec une tôle phosphoreuse qui nous a été remise par M. Stead. D'après les analyses faites par les soins du Bureau d'essai de l'École des Mines, elle présente la composition suivante :

Manganèse................	0,50
Phosphore................	0,16

C'est une tôle très douce, renfermant par suite peu de perlite. L'attaque

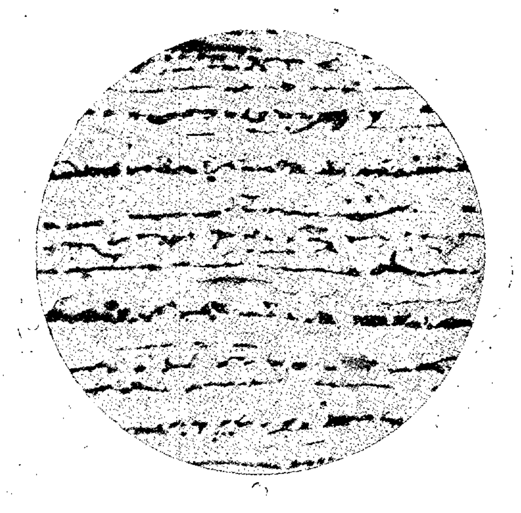


Fig. 1. — Tôle douce de M. Stead attaquée à l'acide picrique.
Grossissement linéaire = 150.

à l'acide picrique montre l'alignement très net de cette perlite en bandes parallèles (*fig.* 1).

Attaquée par M. Stead avec son réactif, elle présentait un certain nombre de bandes plus ou moins nettes, et assez irrégulièrement réparties

sur la surface de l'échantillon (*fig.* 2). En répétant l'attaque avec un réactif analogue à celui de M. Stead, c'est-à-dire avec une teneur en eau

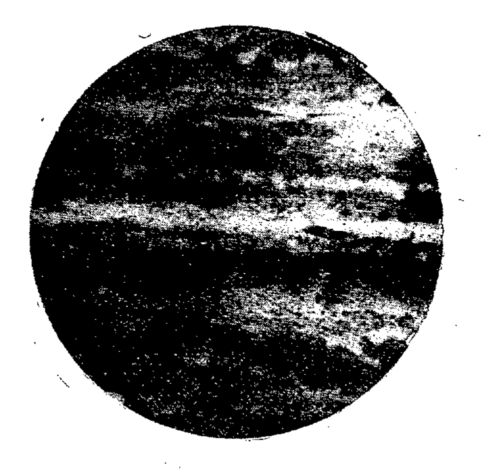


Fig. 2. — Attaque de M. Stead. Gr. = 70.



Fig. 3. — Attaque montrant une bande blanche très nette. Gr. = 110.

indéterminée, nous avons obtenu, après de nombreux tâtonnements infructueux, un petit nombre de bandes très nettes (*fig.* 3).

Enfin avec le réactif dosé en eau dont la composition a été indiquée plus haut, nous avons obtenu des bandes très nettes sur toute la surface

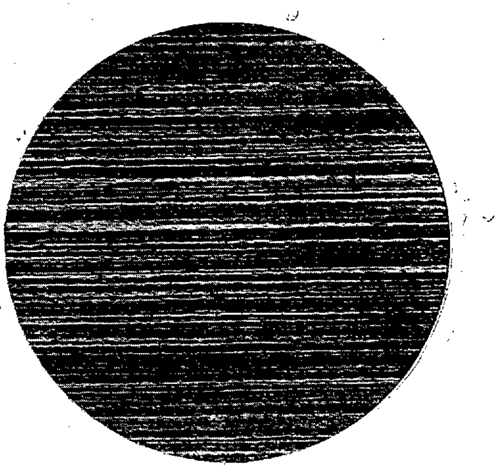


Fig. 4. — Attaque au cuivre. Gr. = 10.

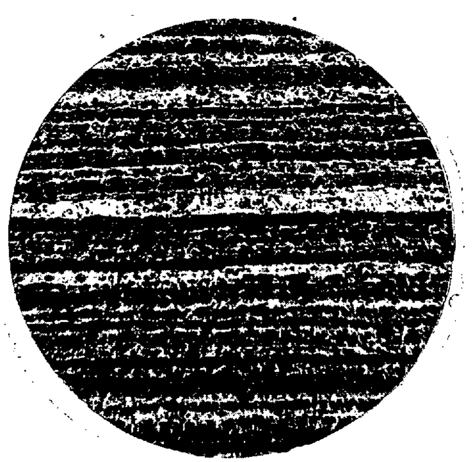


Fig. 5. — Attaque au cuivre. Gr. = 70.

de l'échantillon (*fig.* 4 et 5). On voit que l'écartement de ces bandes en vraie grandeur est voisin de $0^{mm},1$.

Les mêmes phénomènes s'observent dans les aciers de nuance plus dure. Par exemple, un acier à rail, montrant dans l'attaque à l'acide picrique

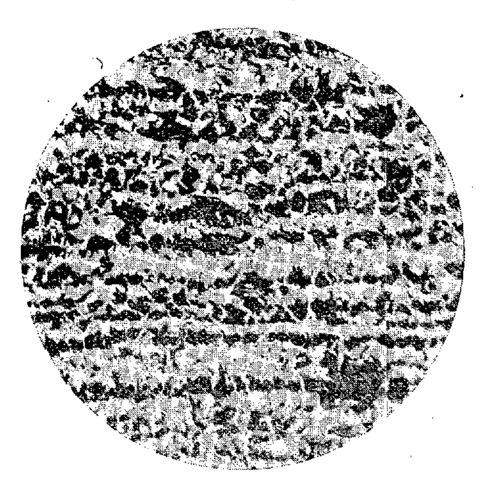


Fig. 6. — Acier à rail. Attaque à l'acide picrique. Gr. = 150.

Fig. 7. — Acier à rail. Attaque au cuivre. Gr. = 10.

une perlite orientée, donne avec le réactif cuivrique normal les mêmes bandes que la tôle douce (*fig.* 6 et 7).

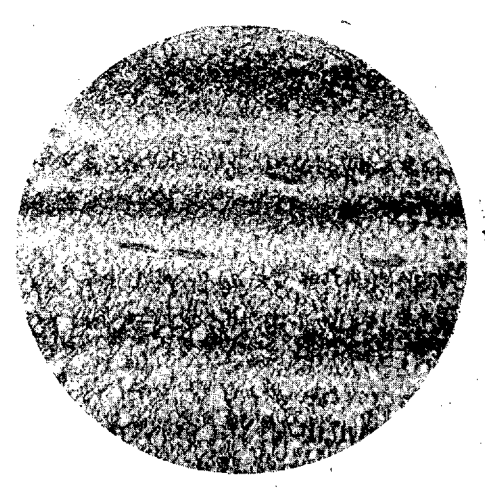


Fig. 8. — Acier à rail recuit. Attaque au cuivre. Gr. = 70.

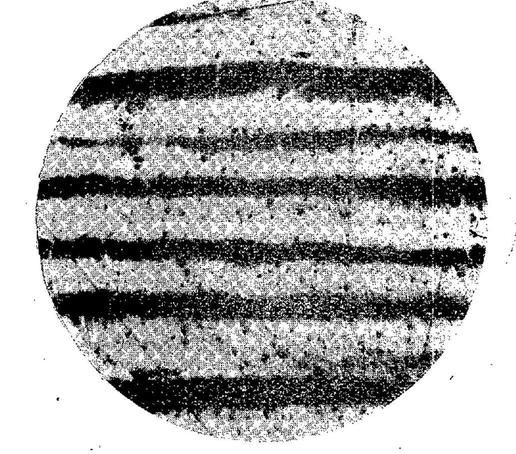


Fig. 9. — Acier à rail trempé. Attaque au cuivre. Gr. = 70.

La trempe ne modifie pas la position de ces bandes, mais rend seulement leur structure intérieure plus homogène (*fig.* 8 et 9).

La composition de cet acier, d'après les analyses du Bureau d'essai de l'École des Mines, était la suivante :

Carbone	0,37
Manganèse	1,06
Silicium	0,17
Phosphore	0,14
Soufre	0,04

La formation de ces bandes de composition variable n'est pas due exclusivement au phosphore; elles peuvent être provoquées, en l'absence du phosphore, par la présence de tout autre corps soluble dans la ferrite et incapable de se diffuser, ou ne le faisant que très lentement. C'est le cas du silicium, du manganèse, du nickel et du chrome. Ils donnent des bandes d'autant plus accusées que leur présence modifie davantage l'altérabilité de la ferrite au réactif, l'augmentant comme le manganèse, ou la diminuant comme le phosphore, le silicium, le nickel et le chrome et, en outre, que la ségrégation de l'élément en question a été plus considérable au moment de la solidification, ou accidentellement exagérée par un défaut de mélange dans la poche de coulée.

En fait, presque tous les aciers, même ceux de bonne qualité, présentent à des degrés divers, après le travail qu'ils ont subi, cette structure striée. Les différences de qualité des aciers, dont la composition chimique moyenne est semblable, doivent tenir en grande partie aux écarts plus ou moins grands de composition des zones voisines. Cette hétérogénéité générale des aciers donne l'explication de quelques faits bien connus, comme l'amélioration de qualité obtenue par un corroyage très accentué ou par des recuits prolongés, toutes conditions qui facilitent l'homogénéisation des corps difficilement diffusables, ou encore par le choix d'une température convenable de coulée, qui réduit au minimum les dimensions de ces régions de composition différentes juxtaposées au moment de la solidification. Plus les cristaux de première consolidation sont volumineux, plus aussi les régions intermédiaires, où s'achève la solidification des eutectiques, ont des dimensions considérables.

Il semble donc que l'emploi du réactif de Stead permet d'atteindre un nouveau facteur de la qualité des aciers et vient compléter très utilement les renseignements déjà fournis par l'analyse chimique et l'examen micrographique ordinaire.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Ministère des Colonies. *Documents scientifiques de la mission Tilho* (1906-1909). Tome III.

M. **Henry Hubert** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

BALISTIQUE. — *Sur un système de formules différentielles concernant les éléments de tir d'un projectile soumis à une résistance quadratique de l'air.* Note de M. **J. Haag**, présentée par M. P. Appell.

Un problème courant de la Balistique extérieure est celui qui consiste à calculer les petites variations subies par les éléments d'une trajectoire, quand on fait varier très peu les conditions initiales et les caractéristiques du projectile.

Quand on possède des Tables de tir, on procède généralement par interpolation, en partant des différences tabulaires. Dans le tir de plein fouet, on utilise aussi des formules différentielles, qui résolvent directement le problème. Je me propose d'établir ici des formules analogues, applicables à des trajectoires quelconques et, en particulier, aux trajectoires de bombes d'aéroplanes.

Soit un projectile, de masse m, soumis, de la part de l'air, à une résistance égale à Kv^2. Si l'on prend, dans le plan de la trajectoire, un axe des x horizontal et un axe des y vertical et dirigé vers le bas, les équations finies du mouvement sont, comme on sait,

$$v^2 = \frac{A}{[\xi(\alpha) + B]\cos^2\alpha}, \tag{1}$$

$$x = \frac{1}{g}\int_{\alpha_0}^{\alpha} v^2 d\alpha, \tag{2}$$

$$y = \frac{1}{g}\int_{\alpha_0}^{\alpha} v^2 \operatorname{tang}\alpha \, d\alpha, \tag{3}$$

$$t = \frac{1}{g}\int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{v\,d\alpha}{\cos\alpha}, \tag{4}$$

où α désigne l'angle de Ox avec le vecteur vitesse et où l'on a posé

$$(5)\qquad \xi(\alpha)=\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{d\alpha}{\cos^3\alpha},$$

$$(6)\qquad A=\frac{mg}{2K},\qquad B=\frac{A}{v_0^2\cos^2\alpha_0}-\xi(\alpha_0).$$

Imaginons maintenant qu'on fasse subir de petites variations dm, dK, dv_0, $d\alpha_0$ aux quantités m, K, v_0, α_0 et proposons-nous de calculer la petite variation qui en résulte pour la portée, en entendant par là l'abscisse du point où le projectile perce un plan horizontal déterminé, d'ordonnée constante y.

Cette abscisse est donnée par la formule (2), où l'on doit remplacer α par la valeur qu'on tire de (3), en considérant y comme connu et constant. Dès lors, nous avons, en différentiant,

$$(7)\qquad g\,dx=v^2\,d\alpha-v_0^2\,d\alpha_0+\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\,d\alpha\right]dA+\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial B}\right]dB,$$

$$(8)\qquad v^2\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha-v_0^2\operatorname{tang}\alpha_0\,d\alpha_0 +\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha\right]dA+\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial B}\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha\right]dB=0.$$

Éliminons $d\alpha$; il vient

$$(9)\qquad g\,dx=\frac{v_0^2\sin(\alpha_0-\alpha)}{\sin\alpha\cos\alpha_0}\,d\alpha_0+\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\,d\alpha-\cot\alpha\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha\right]dA +\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial B}\,d\alpha-\cot\alpha\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial B}\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha\right]dB=0.$$

Or on a, d'après (1),

$$\frac{\partial(v^2)}{\partial A}=\frac{v^2}{A},\qquad \frac{\partial(v^2)}{\partial B}=-\frac{A}{[\xi(\alpha)+B]^2\cos^2\alpha}.$$

Donc

$$(10)\qquad \int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\,dx=\frac{gx}{A},\qquad \int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{\partial(v^2)}{\partial A}\operatorname{tang}\alpha\,d\alpha=\frac{gy}{A}.$$

Si l'on pose ensuite

$$(11)\qquad X=\int_{\alpha_0}^{\alpha}-\frac{d\alpha}{[\xi(\alpha)+B]^2\cos^2\alpha},\qquad Y=\int_{\alpha_0}^{\alpha}-\frac{\sin\alpha\,d\alpha}{[\xi(\alpha)+B]^2\cos^3\alpha},$$

on a

$$\int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{\partial(v^2)}{\partial B} d\alpha = AX, \qquad \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{\partial(v^2)}{\partial B} \operatorname{tang}\alpha \, d\alpha = AY. \tag{12}$$

Or, si l'on fait varier α, les équations (11) représentent une courbe (Γ), dont la tangente fait l'angle α avec Ox et dont l'arc est

$$\sigma = \int - \frac{d\alpha}{[\xi(\alpha) + B]^2 \cos^3\alpha} = \int - \frac{d\xi}{(\xi + B)^2} = \frac{1}{\xi + B}. \tag{13}$$

Cette courbe peut se construire aisément, comme la trajectoire, par la méthode d'Otto ([1]). Une fois construite, elle donne les valeurs de X et de Y qui correspondent à toute valeur de α.

La formule (9) peut maintenant s'écrire

$$g\,dx = \frac{v_0^2 \sin(\alpha_0 - \alpha)}{\sin\alpha \cos\alpha_0} d\alpha_0 + g\frac{dA}{A}(x - y\cot\alpha) + A(X - Y\cot\alpha)\,dB. \tag{14}$$

Si l'on remplace dA et dB par leurs valeurs en fonction de dm, dK, dv_0, $d\alpha_0$, on voit que le problème que nous nous sommes posé est résolu.

On pourrait, par la même méthode, calculer les variations subies par l'angle de chute, la vitesse restante, la durée du trajet. Pour cette dernière quantité toutefois, il faut introduire deux nouvelles courbes, d'arcs $\sqrt{\xi + B}$ et $\frac{1}{\sqrt{\xi + B}}$.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Calcul d'une poutre bandée.* Note ([2]) de M. **Charles Rabut**, transmise par M. A. Blondel.

Parmi les progrès récents de l'art de construire, les plus remarquables par leur principe ont consisté à assurer mécaniquement, en exécution, dans chaque organe d'un ouvrage, la réalisation de l'effort exact, déterminé d'avance, qu'il doit supporter. Dans cet ordre d'idées, j'ai appliqué systématiquement aux ponts, aux combles, etc., le mode de consolidation, d'ailleurs remarquablement économique, qui consiste à raidir les pièces fléchies

---

([1]) Observons, à ce propos, qu'il nous paraît inutile de calculer logarithmiquement les valeurs successives de x et de y (ou de X et de Y). Il suffit de calculer les valeurs de s (ou de σ) et d'employer un double-décimètre, avec un bon rapporteur.

([2]) Séance du 20 septembre 1915.

au moyen de tirants *à tension réglable*. Pour faire rendre à ce dispositif tout le profit qu'il comporte, il faut donner aux tirants, lors de leur pose, une assez forte tension initiale, imposant une contre-flèche à la pièce en vue de réduire sa fatigue ultérieure sous les surcharges : je détermine cette tension de façon que la fatigue ne dépasse les limites assignées d'avance, ni dans la poutre au moment du réglage, ni dans la poutre (sur la face opposée) et les tirants, sous l'action des surcharges prévues. En exécution, la méthode dite d'*auscultation* permet d'opérer le réglage en satisfaisant à cette condition avec une précision que le calcul ne peut garantir; mais pour élaborer des projets, il faut calculer d'avance les conditions de résistance et de déformation : je me suis proposé d'établir des formules résolvant ce problème nouveau posé par le progrès de la construction.

Une poutre droite de section constante (cas des ponts militaires démontables) ou variable, mais généralement comprise entre deux limites assez rapprochées (cas de la majorité des ouvrages permanents), est bandée par des tirants attachés en deux points qui ne sont pas nécessairement dans les sections extrêmes ni sur l'axe neutre, mais symétriques par rapport au plan de la section médiane; ces tirants sont coudés sur l'extrémité libre d'un poinçon perpendiculaire à l'axe de la poutre en son milieu. Soient :

L, l, λ les longueurs de la poutre entre appuis, de la partie bandée et des tirants;
H, h les contre-bas du coude et des abouts des tirants par rapport à l'axe neutre;
v_0, v_1 les distances de l'axe neutre aux faces inférieure et supérieure de la poutre;
S, $\mathbf{S}$, s, σ la section moyenne de la poutre, sa section la plus affaiblie près du milieu, la section moyenne du poinçon, la section des tirants;
I, $\mathbf{I}$ le moment d'inertie moyen de la poutre et son moment le plus affaibli près du milieu — ces valeurs moyennes et minima devant être évaluées non seulement en déduisant les trous de rivets ou boulons, mais aussi (*ce qu'on a tort de ne pas faire dans les calculs usuels*) en tenant compte des couvre-joints;
E, ε les modules d'élasticité de la poutre (ainsi que du poinçon) et des tirants;
p, p' les poids par mètre courant de la charge permanente et de la surcharge;
r, R la fatigue des tirants et celle de la poutre vers son milieu; ces lettres seront affectées de l'indice 0 ou 1 selon que la surcharge est nulle ou maxima.

A la flexion simple due au moment des charges et des réactions du poinçon et des tirants, se superpose une compression uniforme due à la composante longitudinale de la réaction des tirants : en général, la fatigue maxima est une compression; R_0 se produit sur la face inférieure, R_1 sur la face supérieure.

r_1, R_0, R_1 dépendent de r_0. Il existe entre ces quatre efforts trois relations qui s'obtiennent comme il suit.

On établit une première équation en exprimant que les déformations produites dans la poutre; le poinçon et les tirants par l'intervention de la surchage sont *compatibles*, c'est-à-dire que, dans leur variation, les longueurs l, λ, H restent assujetties à la relation géométrique

$$\lambda^2 - l^2 = 4(H-h)^2.$$

La deuxième et la troisième équation s'établissent en évaluant les efforts dus à la flexion composée de la poutre sous la charge permanente (seule ou avec surcharge) et du serrage préalable des tirants.

Ces trois équations peuvent s'écrire

$$r_1 = r_0 + Ap',$$
$$R_0 = B_0 r_0 + C_0,$$
$$R_1 = B_1 r_1 + C_1,$$

A, B_0, C_0, B_1, C_1 étant les fonctions suivantes des données :

$$A = \frac{l^2\lambda}{32}\,\frac{(6L^2 - l^2)H - (18L^2 - 5l^2)h}{l^3(H^2 - 2Hh - 2h^2)\sigma + 3I\left(\frac{E}{\varepsilon}\lambda^2 - \frac{\sigma}{S}l^3\right) + 48Il(H-h)^2\frac{\sigma}{s}};$$

$$B_0 = \frac{l\sigma}{\lambda}\left(\frac{1}{\mathbf{S}} + \frac{Hv_0}{\mathbf{I}}\right); \qquad B_1 = \frac{l\sigma}{\lambda}\left(\frac{1}{\mathbf{S}} - \frac{Hv_1}{\mathbf{I}}\right);$$

$$C_0 = -\frac{pL^2v_0}{8\mathbf{I}}; \qquad C_1 = \frac{(p+p')L^2v_2}{8\mathbf{I}}.$$

Ces formules suffisent pour calculer la consolidation d'un ouvrage existant ou le projet d'un ouvrage mixte entièrement neuf. Elles se complètent par les suivantes qui expriment la flèche médiane et la rotation sur appuis sous l'action de la surcharge :

$$f = \frac{p'}{24EI}\left[\frac{5L^2}{16} - Al^2\frac{(3L-l)H - (3L-2l)h}{\lambda}\sigma\right],$$
$$\theta = \frac{p'}{4EI}\left[\frac{L^3}{6} - Al^2\frac{H+h}{\lambda}\sigma\right].$$

Ces dernières formules permettent de contrôler les calculs du projet par l' « auscultation ». Dans le cas d'une poutre à section variable, elles peuvent servir, après exécution, à déterminer par l'auscultation la valeur exacte du moment d'inertie moyen.

Quand on projette de consolider un ouvrage existant, les valeurs de I et de **I** doivent être déterminées par l'auscultation de l'ouvrage primitif pour servir à l'établissement des calculs du projet; on élimine ainsi les erreurs

d'appréciation possibles sur ces valeurs, surtout dans le cas d'une section variable.

PHYSIQUE. — *Sur les lois de l'écoulement des liquides par gouttes.* Note [1] de M. **P. Vaillant**, transmise par M. J. Violle.

Je rappelle les lois du phénomène que j'ai indiquées dans de précédentes Notes [2].

Lorsqu'un liquide s'écoule en gouttes par l'orifice d'un tube cylindrique, le poids des gouttes varie avec la fréquence de chute en passant par un maximum. Le poids correspondant à une fréquence donnée est indépendant de la pression qui détermine l'écoulement et ne dépend que du liquide, des dimensions de l'orifice et de la température.

Pour un liquide donné : 1° le produit Td de l'intervalle de chute T correspondant au maximum par le diamètre intérieur d du tube est un nombre constant A ou le double de ce nombre; 2° le quotient $\frac{\delta}{d}$ de l'augmentation du poids δ de la goutte de l'origine (fréquence nulle) au maximum par le diamètre intérieur d est un nombre constant B ou le double de ce nombre ; 3° enfin, le quotient $\frac{p_\infty}{D}$ du poids origine p_∞ par le diamètre extérieur D du tube est un nombre sensiblement constant.

Ces lois se déduisent d'une loi plus générale qui est la suivante :

Le poids p des gouttes est une fonction parabolique de la fréquence de chute N *de la forme*

$$p = \alpha D + m\beta N - n\gamma \frac{N^2}{d}, \qquad (1)$$

m et n étant deux entiers qui peuvent prendre, m les valeurs 1 *ou* 2, *n les valeurs* 1, 2 *ou* 4 [3]; β *et* γ *étant d'autre part deux constantes indépendantes*

---

(1) Séance du 20 septembre 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. **158**, 1914, p. 93, et t. **160**, 1915, p. 596. Les variations de poids des gouttes tombantes ont déjà fait l'objet de nombreux travaux dont quelques-uns très étendus (Rosset, Forch, Lenard, Frankenheim, Ph.-A. Guye et Perrot, Hannay, Payne, etc.). En particulier, l'existence du maximum est connue depuis longtemps. Mais le phénomène a surtout été étudié dans ses relations avec la pression d'écoulement, la forme du tube et la forme des gouttes elles-mêmes. On n'a pas encore mis en évidence que je sache le rôle très important et presque exclusif de la fréquence de chute.

(3) J'ai cru observer un cas de $n = 8$ sur un tube à très large ouverture (plus de 5^{mm}). Mais les résultats m'ont paru trop irréguliers pour être retenus.

du tube et caractéristiques du liquide, α un coefficient également caractéristique du liquide, mais qui augmente légèrement lorsque D *diminue* ([1]).

Pour l'eau, qui est le seul liquide que j'ai étudié, on a, au voisinage de 20°,

$$\beta = 4,20,$$
$$\gamma = 0,0157,$$

N représentant le nombre de gouttes en 100 secondes et p le poids d'une goutte en cent-millièmes de gramme. Quant à α, lorsque D varie entre 2^{mm} et 7^{mm}, il oscille entre 1600 et 1400 environ.

J'ai vérifié la loi qui précède sur 10 tubes différents, à des températures comprises entre 18° et 22°. Je n'ai d'ailleurs pas tenu compte de l'influence de la température : elle est restée certainement en dessous des erreurs d'expérience. L'appareil employé est celui que j'ai précédemment décrit.

Le Tableau suivant est extrait d'un Tableau plus complet où se trouvent rassemblés les résultats obtenus. Les diamètres d et D sont exprimés en millimètres.

Tube 1.

$d = 0,560$; D $= 2,32$; $\alpha = 1620$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	35,0.	62,1.	74,6.	104,2.	116,8.	117,9.	122,5.
$p_{calc.}$..	3873	3913	3915	3895	3869	3865	3854
p_{mes} ..	3877	3913	3917	3894	3868	3865	3854

Tube 2.

$d = 0,312$; D $= 3,10$; $\alpha = 1560$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	10,2.	25,3.	51,0.	97,6.	135,9.	173,0.	198,0.
$p_{calc.}$..	4860	4898	4908	4754	4464	4036	3682
$p_{mes.}$..	4862	4900	4902	4760	4448	4066	3666

Tube 3.

$d = 0,738$; D $= 3,16$; $\alpha = 1570$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	22,0.	49,1.	86,2.	107,2.	148,8.	161,3.	183,2.
$p_{calc.}$..	5044	5118	5168	5170	5116	5086	5018
$p_{mes.}$..	5044	5118	5170	5170	5118	5082	5016

Tube 4.

$d = 0,703$; D $= 3,20$; $\alpha = 1560$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	38,8.	74,1.	95,8.	119,0.	133,7.	150,6.	159,2.
$p_{calc.}$..	5126	5185	5194	5181	5160	5124	5100
$p_{mes.}$..	5122	5184	5193	5182	5160	5124	5104

([1]) Cette augmentation de α avec D avait déjà été signalée, en particulier par M. Leduc.

Tube 5.

$d = 1,297$; $D = 3,435$; $\alpha = 1580$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	74,6.	126,3.	156,3.	210,1.	235,8.	285,7.	378,8.
$p_{calc.}$ . .	5662	5752	5776	5764	5734	5628	5268
$p_{mes.}$ . .	5664	5744	5780	5768	5740	5620	5286

Tube 6.

$d = 0,885$; $D = 3,83$; $\alpha = 1570$; $m = 1$; $n = 1$.

N =	15,7.	58,8.	105,4.	122,0.	153,9.	170,4.	203,7.
$p_{calc.}$ . .	6066	6184	6252	6250	6228	6200	6120
$p_{mes.}$ . .	6072	6187	6247	6249	6227	6202	6121

Tube 7.

$d = 0,428$; $D = 5,38$; $\alpha = 1415$; $m = 2$; $n = 4$.

N =	17,0.	36,2.	57,5.	65,8.	74,1.	86,2.	92,6.
$p_{calc.}$ . .	7370	7382	7266	7186	7086	6902	6788
$p_{mes.}$ . .	7362	7382	7266	7190	7102	6912	6782

Tube 8.

$d = 0,510$; $D = 6,225$; $\alpha = 1420$; $m = 2$; $n = 4$.

N =	9,4.	30,2.	56,2.	69,9.	80,0.	85,5.	116,8.
$p_{calc.}$ . .	8864	8930	8872	8776	8678	8606	8094
$p_{mes.}$ . .	8856	8932	8868	8764	8662	8606	8100

Tube 9.

$d = 2,165$; $D = 6,76$; $\alpha = 1430$; $m = 2$; $n = 2$.

N =	16,5.	35,2.	52,1.	67,6.	89,1.	138,5.	188,0.
$p_{calc.}$ . .	9810	9956	10074	10178	10308	10562	10744
$p_{mes.}$ . .	9810	9956	10074	10176	10306	10564	10734

Tube 10.

$d = 2,418$; $D = 7,00$; $\alpha = 1425$; $m = 2$; $n = 2$.

N =	9,3.	29,8.	37,3.	50,0.	66,7.	94,3.	127,5.
$p_{calc.}$ . .	9978	10140	10198	10294	10404	10578	10780
$p_{mes.}$ . .	9978	10148	10188	10294	10406	10566	10790

De l'examen de ce Tableau il semble qu'on puisse conclure que les entiers m et n sont déterminés par le diamètre extérieur D. Pour D inférieur à 5^{mm} environ, on aurait $m = 1$ avec $n = 1$; pour D plus grand, $m = 2$ avec $n = 4$ si le diamètre intérieur d est petit, $n = 2$ s'il est supérieur au millimètre. Ces conclusions sont d'ailleurs en accord avec les résultats mentionnés dans ma précédente Note et obtenus sur 15 tubes différents des

précédents. Il semble en outre que le coefficient α, au lieu de varier d'une façon continue avec D, ait seulement deux valeurs distinctes : l'une, voisine de 1570 dans le cas $m = 1$; l'autre, voisine de 1420 dans le cas $m = 2$.

Je n'ai pas poussé la vérification sur des tubes plus larges. A mesure que les gouttes deviennent plus grosses en effet, elles tendent de plus en plus à entrer en vibration par le fait du détachement de la goutte précédente et les résultats deviennent de plus en plus irréguliers.

GÉOLOGIE. — *Sur le Permien des Pyrénées occidentales.* Note (¹) de M. **P.-W. Stuart-Menteath.**

Sur les cartes récentes le Permien a été souvent confondu avec le Trias, ce qui dénature ses relations stratigraphiques. Il se compose de plus de 150^{m} d'argilite micacée d'un rouge intense avec deux bancs de conglomérat quartzeux à géodes de quartz et de baryte, et il est surmonté par 1,5^{m} d'un poudingue représentant partout la base du Trias.

Il repose toujours sur le terrain houiller auquel il passe insensiblement d'après Leymerie et Mallada. Mes recherches personnelles, les nombreux puits et galeries que j'ai fait exécuter dans le massif d'Arrieta et mes recherches de houille au Somport m'ont conduit aux mêmes conclusions. A Banca le Permien ne repose pas en discordance sur le Houiller comme je l'avais indiqué d'abord, mais sur les têtes érodées des griottes du Dévonien fossilifère.

Cette concordance du Permien sur le Houiller est très importante au point de vue des recherches de houille, et il semble dès maintenant que ce dernier terrain est plus développé dans les Pyrénées qu'on ne le supposait. Ainsi le fond de la vallée d'Izas, figuré en plein Dévonien, est constitué en réalité par des ampélites pétries de calamites, prolongement du Houiller déjà exploité à 5^{km} au Nord-Est.

La concordance au Somport se continue à l'Ouest par Arive et Eugni, où j'ai signalé les plantes du Carbonifère, et sur le versant français où je l'ai indiqué depuis longtemps avec répétition de la flore presque permienne de La Rhune, au sud-est de Saint-Just.

La classification en Permo-Trias, possible dans l'intérieur de la chaîne, peut induire en erreur sur les lisières, où l'on pourrait plutôt parler de

(¹) Séance du 17 août 1915.

Permo-Carbonifère, en y cherchant les gisements possibles de la houille.

A La Rhune comme au Somport, le Permien est largement composé de nappes, injections et tufs mélaphyriques, qu'on peut distinguer des ophites au microscope; mais les spilites de la Rhune ont transformé la base du Trias en quartzite pyromaque et ailleurs les éruptions ont continué sur les mêmes emplacements jusqu'au Crétacé.

On a également confondu avec les conglomérats permiens des conglomérats crétacés qui passent à leur partie supérieure à des calcaires bien caractérisés par leurs fossiles; il est dès lors naturel que ces conglomérats reposent en discordance sur les terrains anciens; c'est le cas pour les conglomérats des Pyrénées de Mauléon. De même dans le Trias indiqué comme typique à Aincille au nord d'Estérençuby, un calcaire spécifié comme Muschelkalk m'a fourni des fossiles cénomaniens; ce calcaire traverse les Pyrénées et enveloppe le massif de Valcarlos. Les massifs de Somport et d'Arive étant pareillement couronnés par le Crétacé, tous les trois sont également en place.

Quand les brouillards se dispersent, on voit au sud du Somport un gigantesque front de couches du Crétacé qui plongent au Sud, mais sont localement renversées dans cette même direction; et le massif de Valcarlos présente des renversements locaux analogues. A l'ouest du Somport, les pics Anatera présentent des tourelles de Crétacé qui couronnent des piédestaux de Permien, et l'on doit négliger quelques accidents locaux en constatant sur 12^{km}, du Sud au Nord, la concordance du Permien sur le Carbonifère jusqu'au fond des vallées d'Ossau et d'Aspe. A l'ouest du Somport les éruptions mélaphyriques continuent, en montrant leurs racines dans le Carbonifère et le Dévonien, et avec quelques gisements de cuivre, qui, dans le massif d'Arive, remplacent les roches intrusives. Quant aux racines des ophites, on voit un excellent exemple dans la mine de fer d'Aincille, qui est une fissure verticale, traversant le calcaire du Secondaire et remplie d'ophite lherzolitique et brèches, qui s'épanchent largement sur la surface ondulée du calcaire. Quant à l'âge du calcaire, il paraît certain qu'il surgit de nouveau à Estérençuby, comme Cénomanien fossilifère, après avoir plongé nettement dessous le conglomérat crétacé confondu avec le Permien. Ce conglomérat suit à l'Ouest jusqu'à Baigarry, ou il monte sur les pentes du massif de Valcarlos, étant décrit comme « pépérite d'ophite ».

L'absence du Permien, constatée sur plus de 10^{km} des bords des massifs de Valcarlos et de Somport, correspond à la vaste avancée du Crétacé,

que la carte présente au nord de l'affleurement paléozoïque d'Arive-Arrieta. Ce n'est pas un charriage du Permien, qui se serait arrêté comme conglomérat des montagnes de Mauléon, car ce conglomérat continue au nord des deux massifs en question. Il ne s'agit pas d'un étirement du Permien, car les couches du Paléozoïque sont nettement en travers de celles du Crétacé, et leur contact est par un conglomérat côtier, et nullement une brèche de friction. La discordance des couches exclut la possibilité d'une bordure de Permien, à moins que cette formation soit arbitrairement classée dans le Secondaire, pour les besoins d'une hypothèse préconçue. Les allures du Permien composent un détail de l'observation d'une chaîne typique et accessible, et doivent plutôt éclairer que subir la tectonique de régions plus compliquées et plus obscures.

GÉOLOGIE. — *Les lignites pliocènes de Bidart* (*Basses-Pyrénées*). Note de M. **Jules Welsch**.

Le littoral des Basses-Pyrénées, entre Biarritz et Saint-Jean-de-Luz, est formé par une falaise qui montre de nombreuses échancrures, où débouchent des vallées parcourues par de petits cours d'eau. Je citerai les vallons de Mouligna, Chabiague, l'Ouabia, Cénitz, etc.

Le pays est constitué par des dépôts crétacés et des dépôts nummulitiques, connus et étudiés en détail depuis longtemps; ils forment un plateau, incliné au Nord, dont l'altitude atteint 70^{m} et 80^{m} au-dessus du niveau de la mer, sur le bord de la falaise.

Au débouché des vallées dans la mer, on trouve des dépôts d'argile avec lignite et avec troncs d'arbres, qui sont au niveau de la marée haute; ces dépôts sont surmontés d'un terrain de transport, qui se continue sur le plateau. Ces assises ont été indiquées, à diverses reprises, par les auteurs qui ont étudié les terrains crétacés et les terrains tertiaires du littoral; mais ils n'ont jamais été l'objet d'un examen approfondi. J'ai pu le faire, pour la partie botanique, grâce à l'aide de M. et de Mme Clément Reid, qui se sont fait une spécialité de l'étude des dépôts pléistocènes et des dépôts pliocènes des Iles Britanniques, ainsi que des graines des lignites et des tourbes fossiles [1].

---

[1] Grâce aussi aux subventions sur le Fonds Bonaparte, que m'a accordées l'Académie des Sciences; subventions qui m'ont facilité la visite des côtes d'Angleterre, d'Écosse et de Belgique, comme points de comparaison.

L'étude botanique des dépôts de lignite, considérés dans ce travail, est intéressante en elle-même et permet d'établir l'âge pliocène de ces couches dans les Basses-Pyrénées; ces assises à débris de plantes sont comparables aux couches de Cromer (Norfolk, Angleterre) et de Tegelen (Limbourg, Hollande) qui appartiennent au Pliocène supérieur, ainsi qu'à celles de points situés sur la frontière hollando-allemande, comme Reuver, Brunssum, Swalmen, où la flore est de type plus ancien et appartient au Pliocène moyen. Je prendrai pour exemple les couches qui se trouvent sur la rive droite de la vallée de l'Ouabia, dans la falaise de Bidart. Le vallon actuel de l'Ouabia est creusé dans les assises crétacées et dans un dépôt épais d'alluvions graveleuses, que je rapporte au Pliocène et au Pléistocène; le fond est occupé par des alluvions modernes, souvent marécageuses, constituant un sol plat, qui est facilement inondé par les eaux de l'Ouabia.

Les alluvions pliocènes et pléistocènes ont rempli en partie une grande vallée déjà creusée au Pliocène dans les formations crétacées; celles-ci comprennent les calcaires schisteux et marnes à silex de la *formation de Bidache* surmontés au Nord par des marnes sénoniennes. Le dépôt de comblement de la vallée comprend, de bas en haut :

a. 10^{m} d'argiles alternant avec des bancs de lignite.

b. 20^{m} de sables et galets roulés siliceux, avec argiles, constituant un dépôt de transport, en lits entrecroisés.

c. 4^{m} environ de sable terreux avec des graviers, dont la partie supérieure représente un ancien fond de la vallée de Bidart.

La zone inférieure (argile à lignites) forme une grande lentille qui occupe le fond d'un bassin; au niveau des plus hautes marées, on voit affleurer un banc de lignite épais de 2^{m} environ; il est compact, dur, très noir, avec des restes de branches; au-dessus, il y a une alternance de couches d'argile brune avec des zones de tourbe ligniteuse. Dans la localité de Cénitz, qui est au sud de Guéthary, j'ai relevé une coupe analogue.

N'ayant pas trouvé des restes d'animaux fossiles dans les trois zones indiquées, j'ai été réduit à chercher si je pouvais obtenir des graines fossiles dans le lignite. J'entend le mot graine, au sens vulgaire du mot; il comprend certains fruits monospermes. Pour dégager ces fossiles, il faut désagréger la tourbe par des procédés chimiques; pour cela, j'ai fait bouillir les échantillons avec de la soude Solvay; la matière cellulosique modifiée est dissoute ou désagrégée en éléments très fins; on lave et l'on

malaxe pour faire partir la matière colorante; on trie ensuite pour séparer les échantillons.

Voici une liste des espèces, parmi celles qu'on a pu déterminer :

Brasenia tuberculata Reid; *Viola* sp.; *Caryophyllaceæ; Hypericum* sp.; *Potentilla* sp.; *Rubus* sp. (n° 1); *Rubus* sp. (n° 2); *Proserpinaca reticulata* Reid; *Ecballium minus* sp. nov.; *Passerina?; Corylus avellana* Linné, var.; *Potamogeton* sp.; *Sparganium noduliferum* Reid?; *Sparganium* cf. *erectum* Linné; *Cladium* sp.; *Carex* sp.

Cette petite flore est tout à fait différente de ce qui a été trouvé jusqu'ici en France; elle n'a pu être déterminée que parce que M. et Mme Reid viennent de publier une étude sur une grande flore pliocène, obtenue en Hollande par des méthodes semblables, notamment dans la localité de Reuver; quelques-uns des fruits que j'ai trouvés appartiennent à des espèces éteintes du Limbourg hollandais; l'âge serait Pliocène moyen. Cette flore de Reuver, d'environ 300 espèces, renferme une grande proportion à la fois d'espèces et de genres, qui sont maintenant confinés dans les montagnes de l'Asie, principalement dans celles de l'ouest de la Chine et du Thibet. J'ajoute que les seuls types non européens trouvés à Bidart et à Cénitz sont du genre *Brasenia*, qui possède une distribution géographique presque mondiale, quoique ne vivant plus en Europe, et du genre *Proserpinaca*, qui est seulement américain, quoique trouvé fossile en Limbourg.

Conclusions : 1° il existe, au sud de Biarritz, des dépôts de lignite, dont l'âge est très voisin du Pliocène moyen; les plantes citées répondent à une flore différente de celle qu'on retrouve actuellement dans ces mêmes régions; 2° il en résulte qu'il y avait de grandes vallées, déjà creusées au Pliocène; elles s'ouvraient à l'ouest, comme celles d'aujourd'hui; 3° il n'existe aucune preuve certaine d'un déplacement du niveau du sol, submersion ou émersion, depuis l'époque de la formation du lignite pliocène, pour la région considérée; le niveau de la mer pouvait être le même qu'aujourd'hui.

Ce travail montrera, une fois de plus, l'importance géologique de cette région du sud-ouest de la France, placée en avant des Pyrénées, qui a été tellement étudiée pour sa composition, pour ses fossiles et pour sa tectonique compliquée.

MÉTÉOROLOGIE. — *La pluie et la tension de vapeur en Afrique occidentale et équatoriale.* Note [1] de M. R. CHUDEAU.

L'alternance des saisons sèches et pluvieuses et leur relation avec la déclinaison du Soleil sont suffisamment connues. La valeur des précipitations atmosphériques l'est beaucoup moins. Voici les moyennes pour quelques stations comportant au moins cinq années complètes :

	Latitude.	Altitude en mètres.	Nombre d'années.	Dernière année 1900+	Moyenne (en mm.).	Chiffres extrêmes (en mm.).	
Tombouctou	16°.47′ N	270	8	13	190	128	273
Saint-Louis	16. 1 N	5	21	13	351	149	675
Dakar	14.40 N	30	15	13	507	211	954
Kayes	14.29 N	50	15	12	713	361	1126
Ségou	13.34 N	300	5	13	658	557	774
Niamey	13.30 N	200	8	13	533	332	939
Sedhiou	12.42 N	3	7	13	1130	744	1446
Fort Lamy	12.17 N	300	8	13	662	477	1248
Bobo Dioulasso	11. 5 N	460?	5	13	1103	815	1408
Conakry	9.31 N	16	9	12	4627	4077	5182
Porto Novo	6.28 N	20	12	09	1399	789	2104
Grand Bassam	5.24 N	3	9	11	2208	1798	2815
Libreville	0.23 N	35	14	13	2413	1616	3080
N'Djolé	0. 8 S	120	5	10	1866	1222	2279
Ste-Croix des Eshiras	1.35 S	195	9	10	1839	1399	2275
Ste-Anne de Fernan Vaz	1.35 S	15	5	04	1753	1359	2121
Mayumba	3.25 S	65	6	09	1688	881	2904
Brazzaville	4.17 S	300	7	14	1357	1053	1656

L'écart entre les chiffres extrêmes et le peu de durée des observations montrent que les moyennes ne peuvent avoir qu'un caractère provisoire. Pour Saint-Louis, les moyennes quinquennales donnent 343,8 (1892-1896), 381,1 (1897-1901), 359,2 (1902-1907, manque 1905), 360,9 (1906-1912). La période 1907-1911 donne seulement 273,5; la moyenne 1861-1870 est 408, d'après Borius. L'accord est peu satisfaisant.

Pour le Sahara, à Adrar (27°52′ L.N., Touat), de janvier 1908 à jan-

---

(1) Séance du 2 août 1915.

vier 1912, il est tombé 240^{mm} d'eau; il n'a pas plu en 1911, mais le 20 février 1909, entre 21^h et 22^h, on a recueilli 93^{mm}; c'est une des plus fortes précipitations connues en 1 heure. Les onze années d'observations d'In Salah n'indiquent de pluie qu'en 1910 (8^{mm},1). A Port-Étienne, de 1907 à 1913, la pluie a varié de 2^{mm},5 à 300^{mm},1.

On sait que les saisons des pluies sont habituellement encadrées, en Afrique, entre deux séries d'orages. Dans le nord du Soudan, ces orages (tornades) existent seuls; ils peuvent ne pas être accompagnés de pluie (tornades sèches). Fréquemment, les tornades sont précédées d'un coup de vent d'W qui passe brusquement à l'E au moment où arrive la pluie. Avant la tornade, on observe une hausse barométrique qui atteint souvent 1^{mm} à 2^{mm}.

Mais on n'a aucun renseignement sur l'allure du baromètre et du vent à droite et à gauche de la trajectoire de la tornade. Cette trajectoire est le plus souvent rectiligne, de l'Est à l'Ouest. Le 14 juillet 1909, une violente tornade, signalée d'abord à Bourem, a atteint Bamba à 19^h; Tombouctou vers 22^h et Goundam vers 23^h; elle a parcouru les 350^{km} qui séparent Bourem de Goundam à une vitesse comprise entre 70^{km} et 80^{km}.

L'allure de la tornade et la hausse barométrique (crochet d'orage) qui la précède, rapproche ce phénomène des grains. Leur fréquence plus grande entre 15^h et 19^h est un trait commun avec les orages de chaleur. Peut-être les cartes d'isobare d'été (type à couloir) permettront de préciser un peu le mécanisme encore si mal connu de ces tornades.

Les moyennes de pluie sont encore trop incertaines pour qu'il y ait lieu de rectifier les cartes d'isohyètes actuellement publiées. On peut toutefois fixer avec précision la limite méridionale du désert, où, par définition, il ne tombe que des pluies irrégulières, parfois très abondantes, mais toujours rares. Au sud de cette limite, il pleut tous les ans, dans la zone sahélienne.

Les renseignements indigènes, l'aspect de la végétation qui change brusquement et quelques détails topographiques concordent pour fixer cette limite; sur place, l'incertitude ne dépasse jamais 2^{km} ou 3^{km}; elle est souvent beaucoup moindre. La limite part du cap Timiris (19°22′), atteint le 15° au nord du Tchad et remonte jusqu'au 17° dans l'Ouadaï. A la rencontre de tous les massifs élevés, elle est déviée vers le Nord.

Au voisinage de l'Équateur, la tension de la vapeur d'eau est d'environ 20^{mm}, avec des variations étendues dans les stations continentales (Brazzaville, moyenne annuelle 17,8 à 8^h, 23,8 à 16^h), plus restreintes dans les

stations littorales (Libreville, 22,1 à 8^h, 23,5 à 16^h; Conakry, 19,6 à 7^h, 22 à 14^h).

A In Salah, 43 mois (de 1905 à 1911) donnent une tension moyenne de $7^{mm},2$; le maximum 11,8 a été en juin 1908. L'an 1911, qui a été particulièrement sec, donne une moyenne de $5^{mm},1$ (2,6 en avril, 6,9 en septembre). Du 17 janvier au 16 avril 1880, entre le Sud algérien et El Goléah, G. Rolland (*Hydrologie du Sahara algérien*, 1894) a observé des tensions de vapeur variant de 1^{mm} à $10^{mm},9$; à El Goléah (30°32′L.N.), du 18 au 23 février, les chiffres extrêmes ont été 1,2 et 5,6; pendant son voyage, il a plu 31 fois. Tilho (*Doc. Sc. de la Mission Tilho*, t. II, 1911, p. 257-258) a noté, en mai, sept fois, des états hygrométriques nuls au nord-est du Tchad. L'absence totale de vapeur d'eau n'est pas admissible, mais ceci indique une tension de vapeur bien faible. Du 9 au 19 janvier 1914, dans le Djouf (vers 22°30′), la moyenne de 38 mesures m'a donné $3^{mm},20$ (0,5 le 10; 8,5 le 18). A Araouan (18°54′), aux confins du Sahara, du 9 au 30 novembre 1913, 65 mesures donnent 2,8 (1,2 le 20 à 17^h et 4,5 le 28 à 9^h). Dans la même région, pendant la saison des pluies, en août 1909, la tension de vapeur a été voisine de 15^{mm} (7 à 19).

Plus au Sud, à Tombouctou, la moyenne annuelle est voisine de 9^{mm} (3 à 4 en mars, 19 en août), et le même caractère se retrouve dans toutes les parties du Soudan, où les saisons sont bien tranchées; la tension de vapeur s'élève lentement vers le Sud (Niamey, 6^{mm} en février, 20^{mm} de juillet à septembre, moyenne annuelle 13). Pendant la saison sèche, le régime météorologique y est voisin de celui du Sahara; pendant l'hivernage, ces régions se rapprochent de la zone équatoriale. Sur le littoral, ce caractère se retrouve atténué (Port-Étienne, $10^{mm},8$ en janvier, 15,5 en septembre, moyenne 12,4).

Au Sahara, l'évaporation locale ne joue aucun rôle et la tension de vapeur dépend uniquement des masses d'air amenées par le vent, sauf pendant 2 ou 3 jours après une pluie. A Araouan, le 20 novembre 1913, la tension était $3^{mm},3$ à 9^h; 2,8 à 15^h; 1,22 à 17^h. A Telik (Djouf), le 18 janvier 1914, la tension est passée de $8^{mm},5$ à 9^h à 3^{mm} à 17^h. Les courbes des hygromètres enregistreurs, encore peu nombreuses, mettent bien ces faits en évidence; pour le Sahara central, celles qu'a publiées Foureau (*Doc. Sc. de la Mission saharienne*, 1905, p. 158 et suiv.) ne montrent pas de relation entre l'état hygrométrique et la température. Sur le littoral de Mauritanie, l'arrivée de la brise de mer est

marquée par une montée brusque de la courbe (GRUVEL et CHUDEAU, *A travers la Mauritanie occidentale*, t. II, 1911, pl. IV); pendant la saison sèche tout au moins, le même fait se montre jusqu'à Joal [14°12′] (G. BIGOURDAN, *Annales du Bureau des Longitudes*, t. V, 1897).

PHYSIOTHÉRAPIE. — *Sur une nouvelle méthode de traitement physique des séquelles de blessures : le massage pulsatoire pneumatique*. Note de M. **J. BERGONIÉ**, présentée par M. L. Landouzy.

Si l'on prend un grand tambour de Marey, c'est-à-dire une cavité close à parois rigides, à l'exception d'une seule, souple et élastique, et qu'on applique cette dernière en maintenant l'appareil sur la face dorsale d'une main déformée par blessure, ankylosée, raidie, ou sur toute autre lésion cicatricielle, on peut, par des variations rythmées de pression transmises à ce tambour récepteur par un organe conjugué transmetteur, arriver à masser mécaniquement et très efficacement ces blocs cicatriciels, désespoir des chirurgiens autant que des physiothérapeutes! C'est le massage pulsatoire pneumatique.

Les divers récepteurs qu'on peut adapter, en grandeur et en forme, aux cas les plus variés, sont des excitateurs mécaniques assimilables aux excitateurs utilisés en électrothérapie : ils agissent par différence alternative de pression, comme les excitateurs électriques agissent par différence alternative de potentiel. Ils peuvent se brancher, en quantité et en tension, sur la même canalisation *c*, *c*, *c*, alimentée par une même source alternative de variation de pression P, comme nous le faisons en électrothérapie; ils ont une surface variable, une certaine résistance au passage dépendant de la longueur et du diamètre du tuyau, et peuvent être coupés de la canalisation par un robinet interrupteur qui supprime le courant gazeux.

Quant à la source de variation de pression P (organe transmetteur), elle peut être fournie par une pompe à piston, sans soupape ni clapets, dont la cylindrée est proportionnelle au nombre et à la capacité des récepteurs, et aussi à la pression qu'on veut exercer avec eux par unité de surface, chacun d'eux restant d'ailleurs réglable par le robinet qui le commande. Ces pressions peuvent aller jusqu'à 1^{kg} par centimètre carré, et davantage; ou, au contraire, à peine effleurer la peau. La fréquence des alternatives de pression et de repos peut varier, au gré du médecin, avec le nombre des mouvements du piston : une fréquence de 120 pulsations par minute a paru la meilleure.

Voilà pour la technique de la méthode.

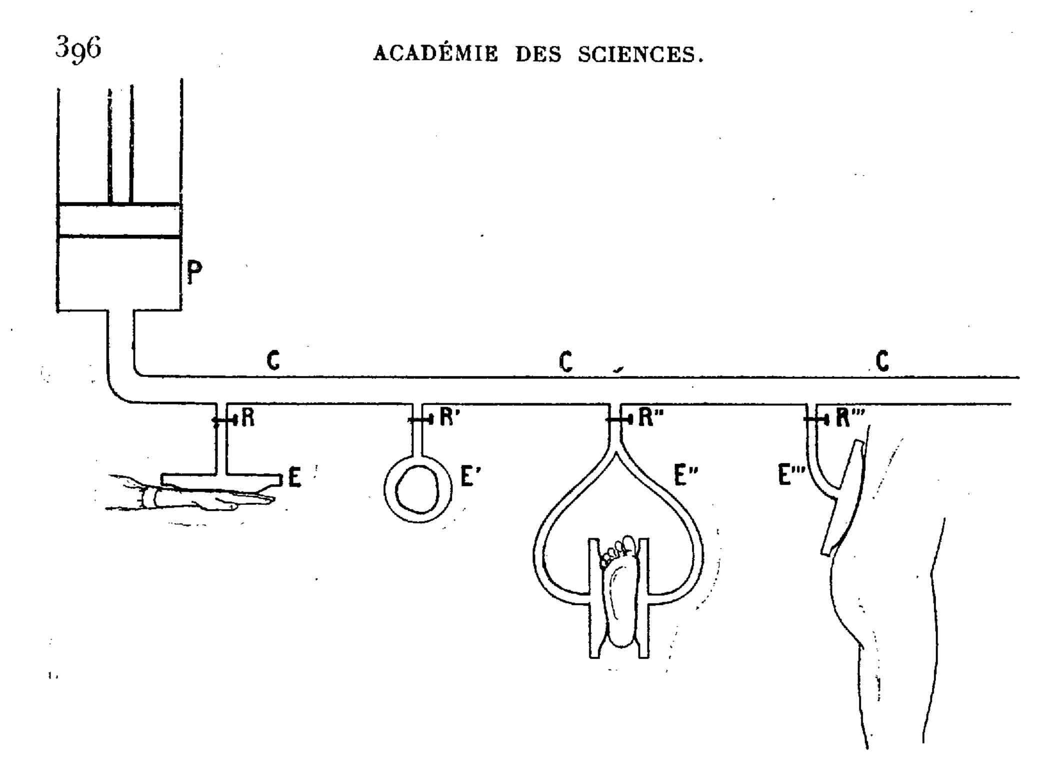


Schéma des récepteurs de la source de pression alternative, et de la canalisation.

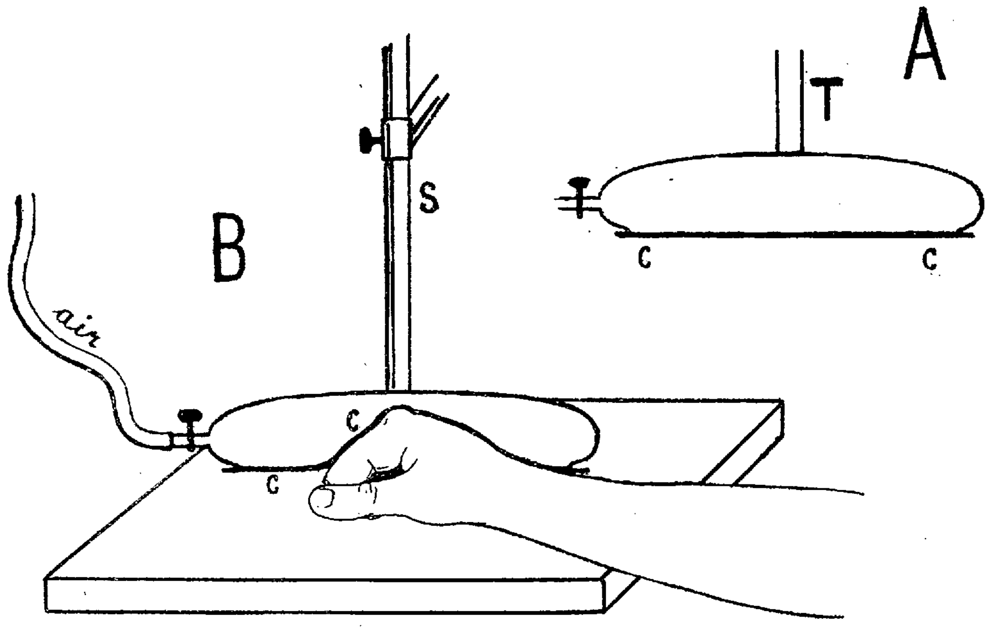


Schéma d'un récepteur massant une main.

Son rendement, avec notre appareil d'essai, qui porte 25 récepteurs, est à 30 minutes d'application par homme, à 6 heures de travail par jour, de 300 séances dans une journée.

Les indications de la méthode dépendent de ses effets physiques et physiologiques; or les pressions élastiques pulsatoires et rythmées agissent sur les vaisseaux, sur la circulation, et aussi sur les cellules, pour en activer la nutrition et les échanges. Ces alternances de pression aident le cœur à renouveler les plasmas nutritifs dont sont imprégnés les tissus cicatriciels, au niveau desquels les vaisseaux n'ont plus ni la dimension, ni la distribution, ni la densité, ni la constitution adéquates à une nutrition normale, rapidement réparatrice.

Ses résultats en seront publiés ailleurs en détail; il suffira de dire ici qu'ils sont particulièrement favorables pour les impotences qui suivent les fractures esquilleuses de la main, les raideurs des doigts, les cicatrices vicieuses adhérentes ou profondes, les myosites cicatricielles et rétractiles, les œdèmes et troubles trophiques, les coalescences tendineuses et musculaires, etc., toutes les lésions secondaires, en un mot, et toutes les séquelles de blessures dans lesquelles le massage agit d'ordinaire efficacement.

Je ne donne pas cette nouvelle méthode comme pouvant remplacer pour un blessé le massage manuel fait par un médecin instruit, expérimenté et vigoureux, y consacrant le même temps; mais à un tel massage médical il y a beaucoup d'appelés et peu d'élus! Ce que j'ai voulu, par le massage pneumatique, très largement applicable en un même temps à un très grand nombre de blessés convalescents, c'est ajouter un nouveau moyen pour diminuer les impotences, si fréquentes et si graves, que laissent après elles les blessures de guerre.

BACTÉRIOLOGIE. — *Résistance aux agents chimiques de certaines races du* B. subtilis *provenant des insectes.* Note de M. **P. Portier**, présentée par M. Dastre.

La larve du *Tenebrio molitor* (Coléoptère) et la chenille du *Myeloïs Cribrella* (Lépidoptère) hébergent normalement un bacille qui appartient au groupe du *subtilis*.

J'ai été amené à étudier la résistance aux agents chimiques de ces microorganismes.

Mode opératoire. — Des cultures pures des microbes provenant des larves désignées sont ensemencées sur bouillon de bœuf ordinaire, ou mieux sur bouillon de bœuf glycériné à 5 pour 100, ou sur bouillon de levure glycériné.

Les voiles cohérents et gaufrés obtenus sont partagés en fragments qui sont immergés dans les liquides dont on veut étudier l'action.

Dans d'autres expériences, des fragments de culture sur gélose sont soumis à l'action des mêmes liquides.

Lorsque la durée qu'on veut donner au contact est atteinte, on éloigne le liquide d'expérience et on le remplace suivant les cas soit par de l'eau distillée stérile, soit par de l'alcool à 95°. Ces liquides sont renouvelés jusqu'à ce que le liquide d'expérience qui imprégnait la culture ait été entièrement éliminé.

On transporte alors aseptiquement le fragment de voile dans un bouillon de culture qu'on place à 40°. On note au bout de combien de temps la culture se produit ou si elle reste négative.

Résultats. — Voici les durées de résistance observées dans les diverses solutions étudiées :

Phénol 5 pour 100, plus de 50 heures.
Formol 20 pour 100, plus de 25 heures.
Teinture d'iode au $\frac{1}{10}$, plus de 24 heures, moins de 48 heures.
Liquide fixateur de Bouin, plus de 13 heures, moins de 24 heures.
Alcool 65°, plus de 14 mois.
Alcool 95°, plus de 14 mois.
Alcool absolu bouillant.
Éther sulfurique bouillant.
Essence de girofles [1], plus de 4 heures.
Essence de térébenthine [1], plus de 15 heures.
Essence de cèdre [1], plus de 15 heures.
Chloroforme [1] pur, plus de 14 mois.
Chloroforme [1] bouillant.

Objections. — Ces résultats semblent de prime abord si surprenants, ils sont si contraires aux notions classiques, qu'ils constituent presque une hérésie scientifique. Il vient immédiatement à l'esprit que quelque erreur de technique est venue fausser les résultats. Après avoir fait cette remarque, je crois inutile d'assurer que j'ai mis tous mes soins à éviter pareille faute. Je me suis assuré en particulier que les liquides de lavage (eau stérilisée ou alcool) ne pouvaient apporter aucun germe.

---

[1] L'immersion dans tous ces liquides a été précédée d'une déshydratation par l'alcool absolu.

Mais on peut donner une série de preuves directes de l'exactitude des résultats annoncés. En voici quelques-unes :

1° Des voiles des mêmes *subtilis*, préalablement tués par la chaleur et soumis aux différents traitements précédents, ne donnent pas de culture.

2° Il y a, pour l'action de chaque antiseptique étudié, une *limite* de durée qui ne peut être dépassée sans que le microorganisme ne soit tué. Ainsi, il y a toujours résistance dans le chloroforme bouillant; mais si l'on chauffe, en tube scellé à 100°, le voile immergé dans le chloroforme, 74 pour 100 des cultures sont tuées au bout de 5 minutes.

3° A mesure qu'on approche de cette limite, le microorganisme met d'autant plus de temps à donner sa culture.

Ainsi, après immersion d'un voile pendant 24 heures dans la teinture d'iode, ce voile lavé à l'alcool ne peut donner de cultures qu'au bout de 7 jours.

Le retard à la culture peut être de 10 jours après immersion dans le formol à 20 pour 100.

4° Ces microorganismes, qui sont restés très longtemps en contact avec l'antiseptique, donnent très fréquemment des formes d'involution.

En résumé, ces races de *subtilis* ont une résistance aux agents chimiques qui dépasse de beaucoup tout ce qui avait été observé jusqu'ici. Ces faits peuvent être utiles à connaître pour la stérilisation des objets de pansement.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés d'un chromogène universellement répandu dans les végétaux.* Note (¹) de M. **J. Wolff** et Mlle **Nadia Rouchelmann**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (²), nous avons montré qu'il existe, dans beaucoup de végétaux et en particulier dans les feuilles, des substances qui ont la propriété de s'oxyder à la manière des phénols sous l'influence

(¹) Séance du 20 septembre 1915.
(²) *Comptes rendus*, t. 160, 31 mai 1915, p. 716.

de la laccase, et de reprendre l'hydrogène cédé lorsque, à cette action, on ajoute celle d'un iodure alcalin et d'un acide organique.

Nous avons pu étendre nos résultats à un grand nombre de familles végétales nouvelles grâce au concours bienveillant de M. le professeur Costantin qui, avec une grande amabilité, a mis à notre disposition la flore de son jardin botanique. En dehors de leur sensibilité excessive à l'action combinée de la laccase et de l'acide iodhydrique, les chromogènes ont un grand nombre de caractères communs. Ils brunissent sous l'influence de la laccase ou des carbonates alcalins et alcalino-terreux; ils donnent des produits extraordinairement fluorescents lorsque, après les avoir chauffés en présence d'acide sulfurique et de résorcine, on alcalinise les produits de la réaction fortement étendus. D'autre part, de petites quantités de querci-tanin empêchent la réaction déjà citée des chromogènes avec la laccase et l'acide iodhydrique. En outre, la présence des chromogènes ne permet pas l'oxydation du gaïacol par la laccase. [On a ainsi l'explication d'un fait constaté depuis longtemps et toujours mal interprété, même par Bach qui l'attribue à l'action d'une réductase, à savoir que dans beaucoup de tissus végétaux on ne peut, malgré la présence de la laccase, obtenir l'oxydation du gaïacol, tandis que le bleuissement caractéristique de la teinture de gaïac se produit assez bien ([1])]. Toutes les propriétés communes que nous venons d'énumérer tendent donc à identifier les chromogènes rencontrés par nous pour n'en faire qu'une seule et même substance. On peut considérer les matières colorantes brunes qui se forment dans divers végétaux comme des produits d'oxydation de cette substance : le pigment brun qu'on observe chez la pomme blessée ou sectionnée, celui des marrons d'Inde, celui des feuilles mortes et enfin la coloration brune qu'on observe en soumettant de nombreuses macérations de plantes vertes à l'action de la laccase.

Palladin ([2]) pense que les chromogènes existent dans les plantes sous forme de glucosides, et il propose d'appeler *prochromogènes* les glucosides qui, par dédoublement, peuvent donner naissance à un chromogène. Il a pu obtenir un chromogène oxydable par la peroxydase en dédoublant, sous l'influence de l'émulsine, un glucoside contenu dans les radicelles du froment et pour lequel il propose le nom de *synergine*. Le même auteur a

---

([1]) Le tanin empêche également l'oxydation du gaïacol par la laccase.

([2]) W. Palladin, *Bioch. Zeitschr.*, t. 27, 1910, p. 442.

soumis, à l'action combinée de l'émulsine et de la peroxydase, un grand nombre de glucosides parmi lesquels l'arbutine seule a donné naissance à un composé peu coloré. La coloration rose que l'auteur a observée provenait évidemment des produits d'oxydation de l'hydroquinone. Nous avons également examiné un certain nombre de glucosides tels que : populine, solanine, arbutine, amygdaline, salicine au point de vue de la sensibilité des groupements aromatiques qu'ils renferment vis-à-vis de la laccase et de l'acide iodhydrique, en nous plaçant dans les conditions suivantes : *On prépare des solutions à 1 pour 100 des divers glucosides dans l'acide sulfurique* $\frac{N}{2}$ *Après 48 heures de contact* (1), *on neutralise avec du carbonate de calcium. On filtre et l'on fait agir ensuite sur* 2^{cm^3} *de chacune de ces solutions deux gouttes d'une macération glycérinée de* Russula delica *riche en laccase,* $0^{cm^3},25$ *d'iodure de potassium amidonné et trois gouttes d'acide acétique normal.* Nous n'avons pu obtenir ici aucun résultat, tandis qu'avec les extraits des végétaux renfermant les mêmes glucosides, nous avons observé, en opérant dans les mêmes conditions, une coloration bleue instantanée et intense. Cette réaction est donc bien provoquée par une substance particulière qui n'a rien de commun avec les glucosides examinés. Il est curieux de constater que l'hydroquinone qui provient du dédoublement de l'arbutine ne peut donner lieu à cette réaction (2). On ne peut donc confondre le chromogène extrait par l'ébullition des feuilles de poirier avec l'hydroquinone provenant du dédoublement de l'arbutine que ces feuilles renferment. A notre connaissance, le gaïacol est le seul composé aromatique bien défini qui se rapproche du chromogène des végétaux par sa sensibilité à l'action combinée de la laccase avec l'iodure de potassium et l'acide acétique.

---

(1) On a répété les mêmes expériences après 15 jours de contact et les résultats ont été identiques.

(2) Avec l'acide sulfurique, la réaction se produit, mais alors on s'écarte des conditions physiologiques.

CHIRURGIE. — *Sur l'emploi de la balance d'induction de Hughes pour la recherche des projectiles dans le corps des blessés.* Note (¹) de M. **A. de la Baume Pluvinel**, présentée par M. G. Lippmann.

Plusieurs appareils basés sur le principe de la balance d'induction de Hughes ont été proposés pour localiser les projectiles métalliques dans l'organisme. Ces appareils consistent essentiellement en une bobine de $0^m,03$ à $0^m,05$ de diamètre qu'on déplace à la surface du corps jusqu'à ce que le son perçu dans le téléphone soit aussi intense que possible. La position de la bobine, lorsque cette condition est réalisée, indique le point de la peau le plus rapproché du projectile (²).

Mais l'emplacement d'un corps étranger pouvant être déterminé avec beaucoup de précision par la radiographie ou la radioscopie, je n'ai pas cherché à le localiser par une exploration à la surface de la peau; mon but a été sensiblement différent: je me suis proposé d'armer l'extrémité du doigt du chirurgien d'un appareil de petites dimensions qui lui permît, en explorant l'intérieur d'une plaie, de reconnaître la direction dans laquelle il convient de débrider les tissus pour atteindre le plus directement possible le corps étranger. L'emploi de cet appareil sera souvent nécessaire, même lorsqu'une localisation radiographique aura été faite. Il arrive fréquemment, en effet, à cause de la mobilité des tissus, que, malgré tout le soin apporté aux opérations radiographiques, le projectile ne se trouve pas immédiatement sous le doigt du chirurgien, au fond de l'ouverture qui a été faite pour l'extraire. C'est alors que l'appareil pourra être utilement employé pour guider le praticien vers le corps étranger, à la condition, toutefois, que ce corps ne se trouve pas à plus de 1^{cm} à 2^{cm} de l'extrémité du doigt.

L'appareil en question n'est autre chose que la bobine exploratrice de la balance de Hughes. Cette bobine mesure 15^{mm} de diamètre et 3^{mm}

(¹) Séance du 20 septembre 1915.

(²) L'application de la balance de Hughes à la recherche des projectiles dans l'organisme paraît avoir été indiquée, pour la première fois, par Graham Bell (*Comptes rendus*, t. 93, 1881, p. 625). M. Lippmann a rappelé, au commencement de la guerre, cette ingénieuse méthode (*Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 627).

d'épaisseur; elle est faite en fibre et porte 130 tours de fil double en cuivre émaillé de $0^{mm},1$ de diamètre. Les quatre extrémités des fils sont reliées électriquement aux autres pièces de la balance d'induction. Celles-ci consistent en une bobine pareille à la bobine exploratrice, un appareil de réglage pour équilibrer les courants d'induction qui prennent naissance dans les deux bobines, un ou deux téléphones, un interrupteur rapide et une source d'électricité, pile ou accumulateur. Dans les conditions où j'opère, on perçoit un son dans le téléphone dès que la bobine exploratrice est à moins de 15^{mm} d'un fragment de fer pesant $0^{g},2$. La présence d'une balle en cuivre ou en plomb est reconnue à la même distance, mais de très petits fragments de cuivre, de plomb ou de tout autre métal non magnétique, n'agissent pas sur la balance et ne peuvent pas être décelés par l'appareil.

Pour se servir de la bobine exploratrice, le chirurgien la place à l'extrémité de l'un de ses doigts, de préférence sur la pulpe du médius de la main gauche, et la maintient en place à l'aide d'un doigtier en caoutchouc stérilisé. On peut, en outre, recouvrir la main d'un grand gant en caoutchouc. Le doigt ainsi armé de la bobine exploratrice est introduit dans la plaie et on le fait tourner sur lui-même pour explorer les parois de la plaie. Dans une certaine position du doigt, on perçoit dans le téléphone un son dont l'intensité est maximum; à ce moment l'axe de la bobine est orienté vers le projectile, qu'il est alors facile d'atteindre en limitant le débridement des tissus au strict nécessaire. Quelquefois, lorsque le corps étranger est très petit, il se déplace dans la plaie sous le doigt du chirurgien; la bobine exploratrice permet alors de le suivre jusqu'à ce qu'il soit amené au bout du doigt. Enfin, sur le front, l'appareil permettra la recherche rapide des projectiles par l'introduction du doigt muni de la bobine, dans la plaie produite par la blessure.

L'appareil a été employé jusqu'ici par M. Tuffier et M. Phocas, et leur a permis d'extraire facilement plusieurs petits éclats d'obus.

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Calcul correct de l'influence de l'inégalité climatérique sur la vitesse d'accroissement des températures terrestres avec la profondeur sous le sol.* Note [1] de M. J. BOUSSINESQ.

I. Dans deux Notes des 31 mai et 14 juin de cette année (*Comptes rendus*, t. 160, p. 695 et 748), consacrées au refroidissement séculaire de la croûte terrestre, ainsi que dans un article sur le même sujet, inséré au récent *Bulletin des Sciences mathématiques* de septembre (n°s 5 à 10), j'ai essayé de tenir compte de l'inégalité u_{em} des températures extérieures moyennes dans les diverses contrées, en admettant la permanence (depuis l'origine du refroidissement) de cette inégalité et de la température extérieure *moyenne générale* à partir de laquelle se comptent ses valeurs. Mais, pour réduire à sa forme la plus simple le problème propre du refroidissement de la croûte, je n'ai défalqué des températures effectives v, outre l'inégalité périodique u_p (en partie *annuelle* et en partie *diurne*) affectant seulement une mince couche superficielle, épaisse d'une quinzaine de mètres, que la partie *permanente* u_m de l'*inégalité* (*climatérique*) due à u_{em} : ce qui permet bien de réduire à leurs formes les plus simples, pour la température en excédent u, tant l'équation indéfinie du refroidissement

$$(1) \qquad \frac{du}{dt} = a^2 \frac{d^2 u}{dx^2},$$

---

[1] Séance du 27 septembre 1915.

que les deux conditions définies relatives au sol $x = 0$ et au fond $x = E$ de la croûte, devenues

$$(2) \qquad (\text{pour } x = 0)\ \frac{1}{h}\frac{du}{dx} = u, \qquad (\text{pour } x = E)\ u = u_0;$$

mais ce qui a l'inconvénient de laisser une forme compliquée à la condition d'état initial

$$(3) \qquad (\text{pour } t = 0)\ u = u_0 - u_m - u_p^0,$$

où u_0 désigne la température constante de fusion de la croûte et u_p^0 ce à quoi se réduit, pour $t = 0$, l'inégalité périodique u_p. Or, pour réduire cette condition à celle, la plus simple possible, que j'utilise finalement,

$$(4) \qquad (\text{pour } t = 0)\ u = u_0,$$

je me suis contenté de dire que les deux conductibilités intérieure et superficielle ont dû depuis longtemps effacer, jusqu'à des profondeurs excédant celles où nous pouvons atteindre, toute trace de l'influence des termes $-u_m$ et $-u_p^0$, médiocrement grands. Cette raison, d'un nivellement des valeurs de u à partir de la surface $x = 0$, motive bien la suppression du terme $-u_p^0$, insensible pour $x > 15^m$; mais, comme on étudie justement le *refroidissement* de la croûte, c'est-à-dire un état encore très loin de la permanence, il n'est pas légitime de supposer devenue permanente l'inégalité climatérique. En effet, malgré la petitesse de u_{em} à côté de u_0, et toute proportion étant gardée entre ces deux *causes* de déplacements de chaleur, il n'y a pas de raison pour que la pénétration de haut en bas, à travers la croûte, de la chaleur extérieure, devienne plus tôt permanente que celle qui s'y fait à partir du fond, de bas en haut, de la chaleur intérieure du globe.

II. Il y a donc lieu, pour réduire effectivement à sa forme la plus simple (4) la condition d'état initial (3), de calculer à part le refroidissement de la croûte pour un état initial exprimé par $-u_m$, c'est-à-dire la portion de u qui correspond à ce terme de (3), et de joindre alors, à la partie permanente u_m de l'inégalité due à u_{em} (ou *inégalité climatérique*), cette portion de u, qui sera la partie *non permanente* de la même inégalité. Ce qui reste ensuite de u correspond bien à l'état initial simple (4) et continuera à s'appeler u.

Désignons par U_m l'inégalité climatérique *totale*, ainsi définie dans ses deux parties; et les conditions qui la détermineront seront évidemment les

trois équations

$$(5)\quad \frac{dU_m}{dt}=a^2\frac{d^2U_m}{dx^2},\qquad (\text{pour } x=0)\ \frac{1}{h}\frac{dU_m}{dx}=U_m-u_{em},\qquad (\text{pour } x=E)\ U_m=0,$$

complétées par la relation d'état initial

$$(6)\qquad (\text{pour } t=0)\ U_m=0.$$

III. Pour intégrer ces équations, appelons $1-V$ l'expression de u (ainsi débarrassée complètement des deux inégalités périodique u_p et climatérique U_m), spécifiée pour $u_0=1$; de sorte qu'on ait

$$u=u_0-u_0V.$$

La fonction V sera, en d'autres termes, $1-\frac{u}{u_0}$, c'est-à-dire très sensiblement, vu la formule approchée que nous avons obtenue pour u, la fonction

$$(7)\qquad V=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\left[\psi\left(\frac{x}{2a\sqrt{t}}\right)-e^{h^2a^2t+hx}\,\psi\left(\frac{x}{2a\sqrt{t}}+ha\sqrt{t}\right)\right],$$

où $\psi(\omega)$ est l'intégrale de Krampf $\int_\omega^\infty e^{-\alpha^2}\,d\alpha$.

La substitution de u_0-u_0V à u dans (1), (2) et (4) montre que V satisfait aux quatre relations :

$$(8)\quad \begin{cases} \dfrac{dV}{dt}=a^2\dfrac{d^2V}{dx^2},\qquad (\text{pour } x=0)\ \dfrac{1}{h}\dfrac{dV}{dx}=V-1,\\ (\text{pour } x=E)\ V=0,\qquad (\text{pour } t=0)\ V=0.\end{cases}$$

Or, celles-ci, multipliées par la constante donnée u_{em}, deviennent précisément les équations (5) et (6) en prenant

$$u_m=u_{em}V.$$

Telle est donc la valeur de l'inégalité climatérique totale, qu'il suffit de joindre à la valeur même, u_0-u_0V, de u, pour avoir la température effective v à toutes les profondeurs x excédant une quinzaine de mètres et où est insensible l'inégalité périodique u_p. Il vient ainsi

$$(9)\qquad v=u_0-(u_0-u_{em})V=u_0\left[1-V\left(1-\frac{u_{em}}{u_0}\right)\right].$$

IV. La vitesse $\frac{dv}{dx}$ d'accroissement de la température avec la profondeur

égale donc, en tout point de la croûte, le produit de ce qu'elle y serait *sans l'inégalité climatérique*, par le binome très simple

$$(10) \qquad 1 - \frac{u_{em}}{u_0} = 1 - \frac{u_{em}}{1495} = 1 - 0{,}0006689\, u_{em}.$$

L'influence de l'inégalité climatérique, mesurée proportionnellement par le coefficient de $-u_{em}$ dans ce binome, est environ le double de ce qu'indique le coefficient de $-u_{em}$ au troisième membre de la formule (5) de ma Note citée du 14 juin ou de la formule (14) de mon article du *Bulletin des Sciences mathématiques :* circonstance tenant à la manière même dont nous y avons déterminé, en raison directe de u_0, l'épaisseur E de la croûte.

La partie non permanente de l'inégalité climatérique semble donc avoir, du moins actuellement, à la surface du sol, à peu près autant d'influence que la partie permanente, sur la dérivée $\frac{dv}{dx}$; et la conclusion du n° IV de ma Note du 14 juin, ou du n° 10 de mon article du *Bulletin* subsiste, touchant la petitesse totale de ces influences qui s'ajoutent.

Il est bon d'observer que, pour V comme pour u, la condition relative au bas $x = E$ de la croûte n'est vérifiée, par l'expression approchée (7) de V ou par l'expression correspondante de u, qu'à très peu près et, pour ainsi dire, asymptotiquement.

V. Si le temps t grandit assez pour que s'établisse sensiblement la *permanence* de l'état calorifique, la partie de v dépendant de u_{em} sera

$$u_m = \frac{hE}{1 + hE}\, u_{em}\left(1 - \frac{x}{E}\right)$$

et, celle qui dépendra de u_0, visiblement,

$$\frac{u_0(1 + hx)}{1 + hE}.$$

Il viendra donc, en tout,

$$(11) \qquad v = \frac{(u_0 + hEu_{em}) + (u_0 - u_{em})\, hx}{1 + hE}.$$

La dérivée $\frac{dv}{dx}$ n'y dépend encore de u_{em} que par le binome $1 - \frac{u_{em}}{u_0}$, comme il le fallait bien puiqu'il s'agit d'un état compris, en qualité de cas limite, dans celui auquel s'applique la formule (9).

VI. Au n° 4 d'une Note du 28 juin (*Comptes rendus*, t. 160, p. 827) et

au n° 19 de l'article cité du *Bulletin*, je suis revenu accessoirement sur la même question, mais en admettant que l'état actuel de la superficie terrestre soit relativement récent. On ne peut plus alors raisonner comme si l'épaisseur actuelle E de la croûte et les distributions actuelles des températures extérieures u_{em} avaient existé dès l'origine du refroidissement, ni, par conséquent, appliquer la formule (9). Mais il y a tout lieu de penser que l'état actuel est assez ancien pour avoir déjà produit, aux profondeurs modérées x sous la surface, le gros de ses effets et que, par suite, la dérivée $\frac{dv}{dx}$ y a la fraction de ses valeurs qui provient de u_{em}, *comparable* en petitesse au rapport $\frac{-u_{em}}{u_0} = \frac{-u_{em}}{1495}$.

Faisons une dernière remarque à ce sujet. Aux grandes profondeurs x, là où les températures v excèdent des centaines de degrés, la conductibilité K, mais surtout la capacité calorifique C et leur quotient a^2 deviennent sans doute trop largement fonctions de v pour qu'on puisse les supposer constants comme nous avons fait, *si ce n'est à un degré restreint d'approximation;* et celui-ci ne serait probablement pas suffisant pour nous permettre d'apprécier ou d'éviter, dans le calcul de v, des écarts de l'ordre de petitesse de u_{em}. Il serait donc à peu près illusoire, en ce qui concerne l'influence climatérique à l'intérieur de la croûte, d'y compter physiquement sur aucun autre résultat que la petitesse même ou, pour ainsi dire, l'*indiscernabilité* de l'influence en question.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Orbitoïdes de la presqu'île de Californie.* Note (¹) de M. **H. Douvillé.**

D'après les explorations de M. le Dr Arnold Heim (voir ci-après p. 419) la partie méridionale de la presqu'île de Californie est constituée par des terrains tertiaires, compris entre deux chaînes côtières de terrains cristallins et métamorphiques, la chaîne de Victoria au Sud-Est, et la chaîne pacifique à l'Ouest.

A l'est de l'île Santa Margarita, près de San Hilario, le Tertiaire présente à la base des couches blanches à Globigérines, recouvertes en concordance par des grès verdâtres où abondent de petites Orbitoïdes. Au-dessus se développent les puissantes assises du Miocène brun.

Ces Orbitoïdes sont particulièrement intéressantes; c'est la première

(¹) Séance du 27 septembre 1915.

fois qu'elles sont signalées dans cette région. Elles sont très minces, à surface granuleuse, avec un mamelon central bien marqué; leur diamètre est habituellement de 5^{mm} à 6^{mm} et leur épaisseur au centre de $0^{mm},75$; ce sont des formes mégasphériques; de très rares exemplaires atteignent 10^{mm} de diamètre. La couche médiane présente des loges nettement rectangulaires, elles appartiennent donc au genre *Orthophragmina*. La nucléoconque à parois épaisses présente une première loge sphérique, à laquelle est accolée une deuxième loge en forme de haricot; elle est du type réniforme.

Par tous ces caractères, ces Orbitoïdes se rapprochent tout à fait de l'*Orthophragmina Pratti*, telle qu'elle a été figurée par Schlumberger (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. III, p. 275, *fig.* A, et *Pl. VIII*, *fig.* 2 et 3).

J'ai signalé des formes semblables et dans une roche très analogue, à Bornéo (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. V, p. 442) : « Des grès tendres d'une couleur gris verdâtre... présentent quelques Orbitoïdes minces, à bouton central bien marqué, qui, par leur forme et par les caractères de leur loge initiale, se rapportent à l'*O. Pratti*, telle qu'elle a été décrite par Schlumberger. » J'ai attribué ce niveau au Bartonien.

Parmi les échantillons recueillis par M. Arnold Heim, j'ai pu reconnaître en outre quelques rares Foraminifères de petite taille qui paraissent pouvoir être rapportés à l'*Amphistegina Niasi* Verbeck (sub Nummulites). Dans mon étude sur les Foraminifères des Philippines (*Philippine Journal of Sc.*, vol. VI, p. 77, Manila, 1911) j'ai reconnu que cette espèce était associée aux dernières Nummulites et aux premières Lépidocyclines dans un niveau que j'ai considéré comme Tongrien. Il n'y a pas d'impossibilité à ce que cette espèce ou une forme voisine ait apparu un peu plus tôt, dans l'Éocène supérieur.

Ces analogies si marquées avec les formations de l'Indonésie rendent très probable l'attribution à l'Éocène supérieur des couches à Orbitoïdes de la Californie.

On peut ajouter que ces dépôts blancs fins à Globigérines attribués par M. Arnold Heim aux « Monterey Shale », sont également très développés dans certaines îles de la Sonde et notamment à Célébès.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le Bureau une Brochure sur *L'Histoire des sciences et les prétentions de la science allemande*, s'exprime comme il suit :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une Brochure sur *L'Histoire des sciences*

et les prétentions de la science allemande. En dehors d'une partie plus particulièrement historique, j'insiste dans cette étude sur le caractère si souvent formel des écrits scientifiques allemands. Ce caractère, où apparaissent parfois une notion singulière du réel et du vrai, et une sorte de mépris pour le sens commun, peut, je crois, être rattaché au subjectivisme et au formalisme kantiens, et aux systèmes philosophiques qui en dérivent plus ou moins directement. La tendance à tout systématiser est habituelle à l'esprit germanique. On la retrouve même dans les vues les plus pratiques, jusque dans le concept d'organisation, nouvel Impératif que l'Allemagne voudrait, pour son plus grand profit, imposer au monde.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur de grands mouvements propres soupçonnés dans les étoiles voisines de l'amas Messier* 11 = N.G.C.6705. Note de M. **E.-E. Barnard**, présentée par M. Bigourdan.

Dans les *Comptes rendus* du 9 août 1915 (t. 161, p. 121), M. J. Comas Solá appelle l'attention sur un grand mouvement propre global de certaines étoiles dans la région de l'amas Messier 11. Ces mouvements propres ont été mis en évidence au moyen d'un stéréoscope ordinaire grossissant trois fois en diamètre, sur deux photographies séparées par un intervalle de 3 années. Ces photographies ont été obtenues avec un objectif système Petzval de $0^m,16$ d'ouverture et de $0^m,80$ de distance focale.

Un pareil résultat étant surprenant, j'ai examiné la même région dans le stéréocomparateur de Zeiss, de Yerkes Observatory, mais sans pouvoir apercevoir aucun mouvement propre dans les étoiles en question. Les deux plaques employées ici ont été obtenues le 29 juin 1892 et le 13 août 1914, donc séparées par un intervalle de 22 ans, supérieur à sept fois celui qui sépare les plaques de M. Solá. L'objectif employé est, dans les deux cas, des mêmes dimensions comme ouverture et comme distance focale.

M. Solá a donc été victime d'une illusion; d'ailleurs la perception d'un mouvement de ce genre n'est pas une question d'œil, comme le pense M. Comas. Et, pour ce qui est de l'amas lui-même, je l'ai mesuré il y a déjà plusieurs années, tant visuellement que photographiquement, au

moyen de notre lunette de 40 inch, sans y constater de mouvement propre certain.

ASTRONOMIE. — *Positions approchées d'une petite planète, présumée nouvelle.* Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

A l'Observatoire Fabra (Barcelone) j'ai rencontré, sur un cliché du 15 septembre dernier, une petite planète qui paraît nouvelle, et dont voici les positions approchées :

1915.	Temps moyen de Greenwich.	1915,0. Asc. droite.	1915,0. Déclinaison.
Septembre 15.....	$12^h 30^m$	$0^h 19^m 30^s$	$+6° 7'$
» 27.....	$7^h 30^m$	$0^h 6^m 53^s$	$+6° 30',1$
» 28.....	$7^h 30^m$	$0^h 5^m 44^s$	$+6° 31',9$

Grandeur : 12,0. Comme on le voit, son mouvement en ascension droite est assez rapide.

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier : conduite entièrement purgée.* Note (1) de M. **C. Camichel**, présentée par M. J. Boussinesq.

Considérons une conduite entièrement purgée d'air (2).

1° On détermine la vitesse de propagation de l'onde par une dépression brusque, qu'on produit en manœuvrant un petit robinet placé à l'extrémité de la conduite; on réalise ainsi une ouverture de très courte durée, la diminution de pression est inscrite par le manomètre, qui enregistre ensuite cette variation de pression, réfléchie par l'extrémité amont (réservoir) et changée de signe; et ainsi de suite. On obtient ainsi, dans le graphique de la pression, une série d'encoches, tantôt dans un sens, tantôt en sens inverse, qui permettent de déterminer très commodément la vitesse de propagation a de l'onde. Pendant cette détermination, la conduite étudiée reste fermée, et les vannes compensatrices n'interviennent pas.

(1) Séance du 13 septembre 1915.

(2) Voir les *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 343.

Les expériences ont porté sur une conduite de 80^{mm} de diamètre de 5^{mm} d'épaisseur (en fer) et de $154^m,50$ de longueur. Elles ont donné, par des séries très concordantes, une vitesse de 1280^m par seconde. La formule

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K\frac{d}{e}}}$$

($K = 0,5$, e épaisseur de la conduite, d diamètre de la conduite), donnée par MM. Joukovsky et Allievi, fournit une vitesse de 1315^m. La différence entre ces deux nombres peut être attribuée à l'épaisseur du tuyau (qui est assez mal définie), à l'influence des manchons de raccordement et surtout à ce que la formule de Joukovsky-Allievi n'est applicable, comme l'a démontré M. Boussinesq, qu'à des conduites minces.

2° En produisant des fermetures brusques et en mesurant, par des jaugeages, la vitesse intitiale, v_0, de l'eau dans la conduite, on a vérifié la formule donnant le coup de bélier h :

$$h = \frac{av_0}{g}.$$

Voici quelques chiffres :

h calculé.	h observé.
$8^m,43$	$8^m,00$
6,13	5,88
4,24	4,06

Dans d'autres séries, la différence entre l'observation et le calcul était de signe contraire. La valeur de la vitesse a adoptée dans ces expériences était 1280^m, valeur trouvée ci-dessus.

3° Enfin, au moyen d'un robinet mû par un moteur, on a produit des résonances, comme dans le cas des poches d'air, et observé les ondes stationnaires; en faisant varier la vitesse du robinet, on a mis en évidence le coup de bélier fondamental et les deuxième, troisième, quatrième et cinquième harmoniques.

En désignant par T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 les périodes observées sur les graphiques du manomètre enregistreur, on a, pour le coup de bélier fondamental et les harmo-

niques :

$$\frac{4 \times 154,5}{1280 \times T_1} = 1,016 \text{ au lieu de } 1,$$
$$\frac{4 \times 154,5}{1280 \times T_2} = 2,045 \text{ au lieu de } 2,$$
$$\frac{4 \times 154,5}{1280 \times T_3} = 3,05 \text{ au lieu de } 3,$$
$$\frac{154,5}{1280 \times T_4} = 0,989 \text{ au lieu de } 1,$$
$$\frac{4 \times 154,5}{1280 \times T_5} = 4,96 \text{ au lieu de } 5.$$

Ces expériences nécessitent deux postes, dont l'un est placé à l'extrémité aval de la conduite. Pour les harmoniques pairs, qui donnent un ventre à l'extrémité aval de la conduite, le deuxième manomètre indique la période observée au moment où un ventre se produit au distributeur.

Les méthodes précédemment indiquées sont applicables aux conduites industrielles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Des chaleurs dégagées par un corps solide passant à l'état de dissolutions saturées ou diluées. Cas du sel marin.* Note (¹) de M. **Alb. Colson.**

Les Tables de Constantes physiques enregistrent comme telles les chaleurs de dissolution des molécules dans 2^l d'eau, à la température ordinaire. Ces données, dont on fait couramment usage en Thermochimie, sont au contraire des variables d'une élasticité surprenante, même chez le plus répandu des corps solubles : le sel marin.

En cherchant à élucider la question ardue des dissolutions, j'ai constaté en effet que la molécule de sel $NaCl = 58,5$ dissoute dans 2400^{cm^3} d'eau absorbe 1500^{cal} vers 8°, et 1100^{cal} vers 22°, soit une différence de 27 pour 100, et qu'à température fixe, la chaleur absorbée varie de 1510^{cal} à 1540^{cal}, soit de 2 pour 100, quand le volume dissolvant passe de $2^l,4$ à $4^l,5$.

Au contraire, la chaleur absorbée par une molécule de sel marin pour arriver à l'état de dissolution saturée oscille autour de 460 frigories entre 8° et 22°, d'après mes expériences.

Ces chaleurs de saturation n'ayant encore fait l'objet d'aucune recherche, à ma connaissance, j'ai entrepris ce travail, et je vais d'abord l'exposer.

(¹) Séance du 27 septembre 1915.

Méthode. — Le principe de la méthode est d'une extrême simplicité. Soit L la chaleur moléculaire de saturation. Elle répond, pour une température donnée, au nombre de frigories relatif au passage de la molécule solide NaCl à l'état de dissolution saturée. Diluons cette solution jusqu'au taux habituel *a*. Si l'on constate un dégagement moléculaire de f frigories, à la température choisie, $L+f$ représente le nombre de frigories nécessaires pour amener la molécule saline de l'état solide à l'état de dissolution au taux *a*. D'autre part, on arrive au même résultat par dissolution directe de la molécule solide aux taux *a*, et l'on observe alors un dégagement de F frigories. En vertu du principe de l'état initial et final, on a

$$L+f=F, \qquad \text{d'où} \qquad L=F-f.$$

Le problème consiste donc à réaliser par ces deux moyens des dissolutions finales possédant rigoureusement le même titre *a* et à mesurer les effets thermiques correspondant à leur formation. Pour avoir cru à la constance de la valeur de F consignée dans les Tables, j'ai erré jusqu'au moment où j'ai recommencé toutes les déterminations, avec les mêmes instruments et les mêmes méthodes, de façon à réaliser, dans des conditions absolument comparables, l'identité des taux *a*, que j'ai d'ailleurs toujours contrôlés par des dosages.

J'ai cherché surtout à réduire au minimum les corrections de température, en plaçant dans le calorimètre les corps à mélanger et en attendant des températures fixes et peu différentes pour chaque série d'opérations concernant L et la valeur correspondante $F-f$.

Opérations. — Voici les détails opératoires pour une de ces séries :

L'analyse des solutions salines m'ayant donné la certitude que $14^g,4$ de sel marin ajouté à 400^{cm^3} d'eau donne une solution au même titre (3,58 pour 100) que la liqueur obtenue par l'addition de 400^{cm^3} d'eau à 50^{cm^3} de ma solution saturée à la température de 21°, j'ai mesuré la chaleur dégagée dans chaque cas.

Pour la dissolution directe, j'ai trouvé entre 21°,28 et 20°,64 par molécule $F=1070$ frigories (correct. 1 pour 100). Pour la dilution, j'ai observé entre 21°,62 et 21°,26 $f=616$ frig. par molécule, nombre qui correspond à 624 pour la température moyenne 21°,05; de sorte qu'à 21°,05, $F-f$ ou $L=1070-624=446$ frigories.

Le même procédé appliqué à une solution de 25^g de NaCl dans 1^l d'eau donne, à la température moyenne de 21°,80, pour une molécule, $F=1095$ frigories et $f'=645$, d'où $L=450$ frigories, résultat qui confirme le précédent, en partant d'un taux A différent.

La chaleur de saturation à la température de 7°,40 est $L=1472-1001=471$ frigories.

Cette valeur 471 a été obtenue sur des dissolutions renfermant $14^g,4$ NaCl dans 400^{cm^3} d'eau, c'est-à-dire au taux $A=36$ par litre.

Solutions étendues. — Indiquons maintenant les nombres qui permettent de comparer ces *chaleurs de saturation* aux chaleurs dégagées en dissolutions plus ou moins étendues par la molécule saline NaCl. Donnons d'abord quelques observations faites à deux températures fixes 7°,5 et 21° par exemple :

Poids de sel par litre d'eau	12g,5	25g	36g
Chaleur de dissolution moléculaire à 7°,5	1540 frig.	1510	1472 frig.
Chaleur de dissolution moléculaire à 21°	»	1117	1070 frig.

Voici ensuite un Tableau des variations de ces chaleurs moléculaires avec la température pour des proportions fixes de sel dissous dans 1l d'eau :

	A 7°,50.	12°,5.	18°.	22°.
Pour 18g,25 on trouve	1527 frig.	1346	1210	1125 frig.
Pour 25g on trouve	1510 frig.	»	»	1098 frig.
Pour 36g on trouve	1472 frig.	»	1070 (à 21°)	

Conclusions. — Ces premières expériences [1] montrent que :

1° La chaleur de saturation moléculaire du sel marin, qui répond sensiblement à 460 frigories vers 15°, varie peu de part et d'autre de cette température;

2° Au contraire, à l'état dilué (12g,5 NaCl dans 1l d'eau), l'effet thermique produit par la dissolution vers 7° dépasse 1540 frigories et diminue de 27 pour 100 à 22°. De plus cet effet thermique s'abaisse encore de 4 pour 100 quand la dilution passe de 12g,5 à 36g de sel par litre d'eau.

En un mot, pour les solutions diluées de sel marin, il n'existe pas de régime thermique permanent, caractérisé par une chaleur de dissolution constante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la solubilité réciproque du cuivre et du plomb.* Note [2] de M. B. Bogitch, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les alliages de cuivre et de plomb ont été l'objet d'un grand nombre de recherches, mais les résultats obtenus jusqu'ici ne sont pas bien concor-

---

(1) Elles sont le prélude d'autres expériences revisées, réalisées ou en cours d'exécution, depuis l'attribution accordée par l'Académie sur le Fonds Bonaparte.

(2) Séance du 27 septembre 1915.

dants (¹). L'addition du plomb au cuivre produit une hétérogénéité considérable du métal, et si la proportion du plomb ajouté dépasse une certaine valeur, le culot solidifié se compose nettement de deux parties : l'une très riche en cuivre et l'autre riche en plomb. Il y a ce qu'on appelle la « formation de la double couche ».

D'après certains auteurs, la formation de la double couche dans le cas des alliages de cuivre et de plomb n'est due qu'à la différence des densités de deux métaux qui provoque la séparation des constituants inégalement denses au moment de la solidification, et à l'état fondu ces métaux sont miscibles en toutes proportions. D'après les autres, au contraire, le plomb et le cuivre fondus ensemble forment bien une double couche, à la manière, par exemple, de l'eau et de l'éther.

Pour élucider la question, nous avons opéré de deux façons différentes :

1° *Par trempe.* — De petites quantités des deux métaux étaient fondues dans des tubes en silice; l'un des bouts du tube était fermé au chalumeau, l'autre mastiqué

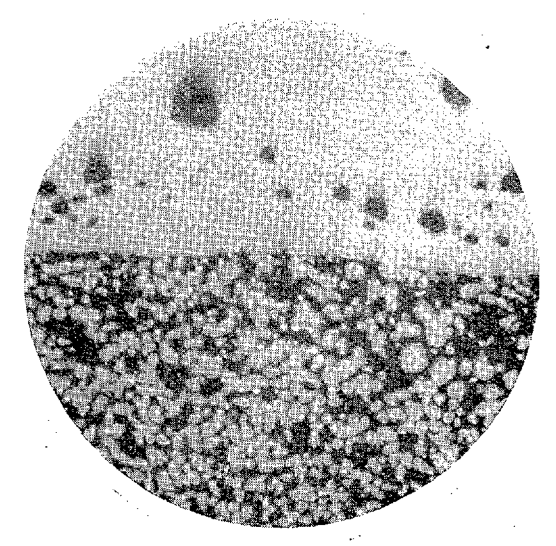


Fig. 1. — Grossissement : 50 diamètres. Sans attaque.

avec du kaolin mélangé de poudre d'amiante. Le tube, placé horizontalement dans un four, est porté à 1100°-1200°; après agitation prolongée, on plonge verticalement le tube dans un bain de plomb réchauffé préalablement à la température voulue, mais

(¹) Heycock et Neville, *Phil. Trans.*, 1897; K. Friedrich et Leroux, *Métallurgie*, 1907; Roland Gosselin, *Société d'Encouragement*, 1896; Ramsay, *Syst. of in Chem.*, etc.

toujours supérieure à la température de solidification de l'alliage. Après 30 minutes de séjour, le tube est trempé dans l'eau froide.

Si la proportion du cuivre dans le lit de fusion ne dépasse pas 60-65 pour 100, les petits culots obtenus par trempe vers 970°-1050° sont absolument homogènes; pour des teneurs plus élevées en cuivre, 65-80 pour 100, la composition chimique varie graduellement de haut en bas, mais il n'y a pas de double couche.

Lorsque la température de trempe descend à 970°-940°, la double couche apparaît si, bien entendu, les proportions des deux métaux étaient suffisantes pour sa formation.

La photographie donnée (*fig.* 1) représente un de ces petits culots trempé à 970° et tenant : en haut, $\frac{\mathrm{Cu}}{\mathrm{Pb}} = \frac{64,3}{35,7}$, et en bas, $\frac{18,8}{81,2}$. La double couche est bien nette. Malheureusement, la méthode de trempe, excellente au point de vue purement qualitatif, ne permet pas ici de tracer avec certitude la courbe de solubilité réciproque des deux métaux. Après un certain nombre de tentatives infructueuses, nous avons eu recours à la méthode suivante :

2° *Par aspiration.* — Les métaux pris dans des proportions convenables sont fondus dans un four électrique sous une épaisse couche de charbon. On agite bien la

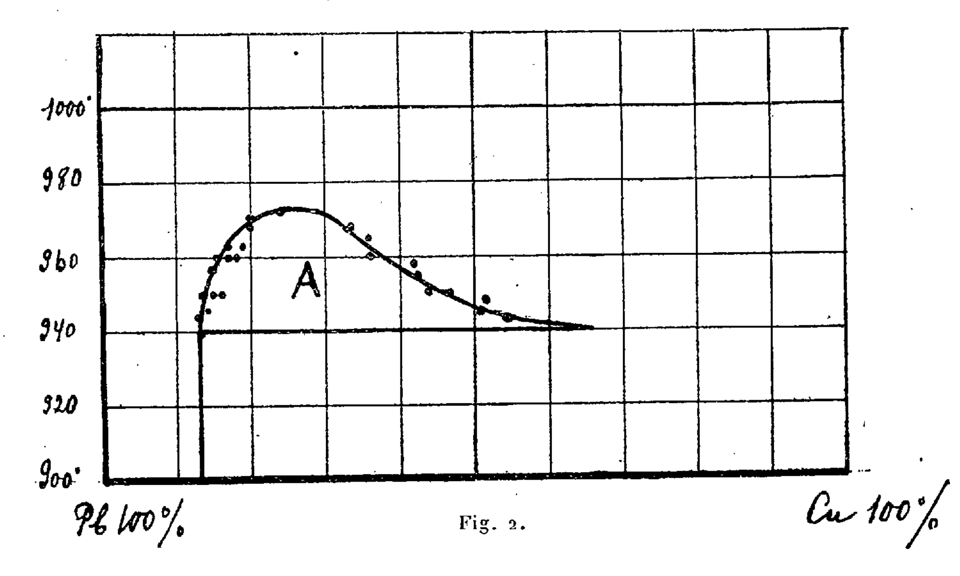


Fig. 2.

masse fondue et, lorsque la température devient constante, on aspire une petite quantité du métal au moyen d'un tube en terre de pipe. Un dispositif, facile à imaginer, permet d'aspirer soit à la partie supérieure du creuset, soit à la partie inférieure et d'avoir, par conséquent, la composition des deux couches métalliques, si leur formation a lieu.

Les résultats obtenus sont représentés par la courbe donnée (*fig.* 2). Comme on le voit, la courbe se compose de deux parties bien distinctes. La partie gauche, relative à la couche inférieure, c'est-à-dire à la solubilité du cuivre dans le plomb, ne présente

rien de particulier; elle est tout à fait analogue aux courbes de solubilité de l'éther et de l'eau, du plomb et du zinc, etc. Par contre, la partie droite de la courbe se rapportant à la solubilité du plomb dans le cuivre est très originale. Son allure nous explique le fait, depuis longtemps connu des industriels, de l'hétérogénéité extraordinaire des cuivres, même refroidis assez lentement, contenant du plomb dans des proportions un peu notables.

En résumé, le plomb et le cuivre forment une double couche, lorsque la teneur en cuivre dépasse 34,5 pour 100 et est inférieure à 87 pour 100. Cette double couche liquide ne peut exister qu'entre la température de solidification de la couche supérieure 940° et la température 975°, audessus de laquelle nous n'avons pu constater aucune différence dans la composition du haut et du bas de la masse liquide. Les métaux, utilisés dans nos expériences, titraient :

Plomb........................	99,5 pour 100 de Pb
Cuivre........................	99,97 pour 100 de Cu

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de la partie méridionale de la basse Californie.* Note (¹) de M. **Arnold Heim**, présentée par M. H. Douvillé.

Quoique voisine des États-Unis, la péninsule de la basse Californie (Mexique) est une des régions les moins connues de l'Amérique du Nord. La Carte géologique la plus récente est la Carte géologique de l'Amérique du Nord, publiée en 1911 par le Service géologique des États-Unis. Les îles Margarita et Magdalena y sont indiquées comme quaternaires, et toute la partie de la péninsule au delà vers l'Est est marquée comme appartenant au Crétacé supérieur. En parcourant cette région aux mois d'avril à juillet de cette année, j'ai fait les observations suivantes :

La partie méridionale de la basse Californie est subdivisée en trois régions complètement différentes, qui sont de l'Ouest à l'Est :

I. *La chaîne de Magdalena* ou chaîne pacifique. Elle a été partiellement détruite par l'érosion marine; elle est représentée par les îles Margarita, Magdalena, cap San Lazaro, puis se continue plus au nord dans la chaîne Santa Clara, au cap San Eugenio et à l'île de Cedros. Elle est composée principalement de roches prétriasiques, basiques (dioritiques) et métamorphiques (amphibolites, schistes chloritiques).

(¹) Séance du 27 septembre 1915.

II. *La région centrale* qui s'étend d'une côte à l'autre de la péninsule, en formant les plateaux ou Mésas. Elle est composée de roches sédimentaires et éruptives *tertiaires* et plus récentes, de l'Éocène au Pléistocène.

III. *La chaîne du Cap* ou sierra de la Victoria, qui forme la partie méridionale de la péninsule, à l'est de la ligne de Todos Santos à La Paz (voir Carte géologique de l'Amérique du Nord). Cette chaîne atteint une altitude de 2000^m et se compose principalement de roches acides granitiques et de gneiss, avec roches dioritiques, accompagnées de mines riches en or et en argent, constituées par des veines dirigées NS (Triunfo, San Antonio).

Dans la région centrale qui nous intéresse spécialement, je viens d'étudier en détail les régions de *La Purisima* (lat. 26°11′, long. Greenw. 112°4′, et de l'oasis San Hilario, non indiquée sur les cartes, à l'est de l'île de Santa Margarita (lat. 24°20′, long. 111°).

Dans la vallée de La Purisima, qui est creusée dans les Mésas, nous constatons de bas en haut la succession suivante :

1. *Oligocène* (?). — Grès calcaires blanc verdâtre et lumachelles plus ou moins marmorisées à *Pecten* et Oursins, apparaissant en fenêtres au fond de l'Arroyo de La Purisima. Ces couches sont intensément plissées et recouvertes en discordance très prononcée par les grès miocènes.

2. *Miocène.* — *a. Monterey Shale.* Cette formation blanche à Diatomées, célèbre dans les régions pétrolifères de la haute Californie, se retrouve à plusieurs reprises au sud de la basse Californie, et avec les mêmes caractères lithologiques. Près de la Mission de La Purisima, les *Monterey Shale* reposent sur une intrusion basique et sont recouverts normalement par les grès verdâtres miocènes qui, eux-mêmes, quelques kilomètres plus au Sud-Ouest, reposent en discordance sur l'Oligocène. Je suis donc amené à placer ces Monterey Shale *au-dessus* des grès blancs à lumachelles. A Casas Viejas, dans la vallée de La Purisima, les *Monterey Shale* sont fortement plissés.

b. Grès verdâtres à *Ostrea*, *Pecten* et *Turritella* de 100^m à 200^m d'épaisseur.

c. Grès et poudingue dur de couleur brune rappelant la molasse subalpine suisse, de 100^m à 300^m d'épaisseur. Ces roches forment des parois abruptes et reposent tantôt en concordance et tantôt en discordance prononcée sur leur substratum. A cause de la faiblesse ou de l'absence de plissement, cette molasse brune a une répartition horizontale très remarquable, aussi bien vers l'intérieur qu'au sud de la péninsule.

d. Grès gris et bruns semblables aux couches précédentes, mais reposant de nouveau en discordance légère sur les couches *c*. Répartition locale.

Les couches *c* et *d*, à La Purisima, sont coupées par des veines basiques et recouvertes par des nappes de laves basaltiques très étendues vers l'intérieur, avec des cônes volcaniques au-dessus. Le long de la côte Pacifique, par contre, on retrouve des dépôts marins comme suit :

3. *Pliocène.* — Celui-ci est composé d'une cinquantaine de mètres de grès verdâtres et de lumachelles à *Lamellibranches, Gastropodes, Bryozoaires*, etc. Cette formation est non plissée, mais légèrement inclinée de 1 à 2 pour 100, vers l'océan Pacifique.

4. *Quaternaire.* — Conglomérats reposant soit sur le Plateau pliocène ou directement sur des couches plus anciennes, 1 à 2, dans le fond des vallées. On peut distinguer deux niveaux principaux qui correspondent probablement aux deux grandes divisions du glaciaire du nord de la côte Pacifique et de l'Europe.

5. *Pléistocène marin* (zone des Médanos). — En discordance au-dessus des étages 3 à 4, se trouve une masse épaisse de sables jaunes très fins et incohérents, à coquilles de Mollusques de types récents, rappelant un peu des dunes anciennes, jusqu'à une altitude de plus de 100^m au-dessus de la mer. Ces sables forment une zone de 10^{km} à 30^{km} de largeur, s'étendant sur 300^{km} le long de la côte Pacifique.

6. *Formations récentes.* — Sables et boues des rivières temporaires.

Plus au Sud, à l'est de l'île Santa Margarita, se trouve le plus bel escarpement du Pliocène à La Salada (lat. 24°30′, long. 111°33′), avec une épaisseur visible de 20^m. Ce sont des grès jaunes et verdâtres avec nombreux fossiles marins en divers horizons, terminés par un calcaire blanc.

5^{km} plus au Nord-Est on voit nettement que ce Pliocène repose en discordance sur une série tertiaire plus ancienne qui plonge à 22° vers le Nord. Ce sont des grès en plaquettes, des grès verdâtres gypseux, avec intercalations d'argiles violettes et verdâtres, d'une épaisseur d'ensemble de 800^m à 1000^m ou plus.

Cette formation se retrouve très étendue dans la région de San Hilario, où elle plonge très doucement, de 1° à 5° vers l'Est ou le Nord-Est. Ici, les grès verdâtres sont remplis de petites Orbitoïdes que M. Henri Douvillé a bien voulu déterminer. D'après ses recherches il s'agit d'une *Orthophragmina* d'âge éocène. Le plus beau gisement est celui de *El Tepetate* sur l'Arroyo Colorado (lat. 24° 23′, long. 111° 8′). La formation à Orbitoïdes

est recouverte, à l'est de San Hilario, par la formation horizontale et formidable des Mésas centrales que je regarde comme constituées par le Miocène brun. De l'autre côté, 4^{km} à l'ouest de San Hilario, on voit apparaître, sous forme d'un dôme très doux, les *Monterey Shale* blancs typiques à Globigérines et écailles de Ganoïdes, en dessous de la formation à *Orthophragmina*, en continuité et sans discordance ni plan de chevauchement. On doit donc se demander s'il faudrait accepter, dans cette région, une première phase de sédimentation du facies des *Monterey Shale* au début du Tertiaire, ou si les *Orthophragmina* montent plus haut ici qu'ailleurs. Dans la haute Californie, à la suite de Ralph Arnold (¹), on attribue la grande masse des *Monterey Shale* au Miocène moyen ou inférieur.

MÉDECINE. — *Sur l'emploi de l'émanation du radium condensée en tubes clos, à la place des composés radifères, et sur le dosage (en millicuries d'émanation détruite) de l'énergie dépensée dans les applications radioactives en général* (²). Note de MM. **Debierne** et **Regaud**, présentée par M. E. Roux.

On sait que les propriétés, utilisables en radiothérapie, d'un appareil quelconque contenant du radium, appartiennent non pas au radium lui-même, mais à un autre élément, gazeux, l'émanation du radium. Si, en effet, d'un sel de radium on extrait toute l'émanation accumulée, ce sel cesse d'émettre les rayons β et γ, jusqu'à ce que l'émanation s'y soit reformée; et si cette émanation a été recueillie et concentrée, l'application locale du récipient qui la contient permet d'obtenir les mêmes effets qu'on obtenait avec le récipient contenant le sel. Tel est le fondement de l'émanothérapie locale, substituée à la radiumthérapie locale.

Après avoir été préconisé par P. Curie, ce procédé est resté ignoré ou inutilisé. Le perfectionnement des méthodes de concentration de l'émanation le remet en honneur. Employé depuis quelque temps dans certains instituts étrangers, il a été recommandé par M. Danne, au Laboratoire de radioactivité de Gif.

Dans le laboratoire de Mme Curie, l'émanation, extraite par le vide d'une solution radique, est purifiée, puis condensée dans des récipients en

(¹) *Bull. U. S. geol. Surv.*; n°s 317, 321, 322, 396, 398, etc.

(²) Cette Note est le résumé d'une Communication faite au *Congrès international de Radiologie*, tenu à Lyon à la fin de juillet 1914. Par suite de la guerre, la Communication en question est restée jusqu'à présent inédite.

verre refroidis par immersion dans l'air liquide. De petits tubes de verre dans lesquels on a ainsi enfermé l'émanation, et qu'on a ensuite scellés au chalumeau, constituent les appareils les plus simples, les plus économiques, les plus sûrs et les plus variés, pour les applications biologiques : soit qu'on emploie ces tubes isolément, soit qu'on les réunisse en batterie pour former des surfaces radiantes de forme et d'étendue quelconques, appropriées à chaque cas particulier.

La meilleure méthode pour le dosage de l'énergie radioactive ainsi mise en jeu consiste à calculer la quantité d'émanation détruite pendant l'application. Toutes autres conditions restant égales, l'action biologique est, en effet, proportionnelle à cette quantité. On exprime l'émanation détruite en millicuries (¹).

La radioactivité de l'appareil employé ayant été mesurée une seule fois (²), un calcul simple permet de déterminer la quantité d'émanation restant dans l'appareil à tout moment donné (³). La quantité d'émanation consommée pendant une application, et mesurant l'intensité de celle-ci, est égale à la différence des quantités existantes dans l'appareil au début et à la fin.

Nous proposons d'adopter le *millicurie d'émanation détruite* pour le dosage de la radioactivité dépensée dans toutes les applications locales. C'est en effet la seule unité logique, également commode soit qu'il s'agisse d'un corps radifère, soit qu'il s'agisse d'émanation. Dans le cas d'un appareil radifère, elle se substituera au poids-heure, en partant de cette donnée que, dans un récipient clos et en état d'équilibre radioactif, il se forme et se détruit 7,51 millicuries par gramme de Ra métal et par heure.

A titre d'essai, et dans le but d'établir par un exemple le bilan d'utilisation d'un appareil destiné à l'émanothéraphie locale, une série d'applica-

---

(¹) Rappelons que le millicurie est la quantité d'émanation correspondant à un milligramme de radium (Ra métal) conservé en vase clos et se trouvant en état d'équilibre radioactif (c'est-à-dire l'émanation formée compensant exactement à tout moment l'émanation détruite; cet état d'équilibre est atteint 30 jours environ après la fermeture du récipient).

(²) Rappelons que cette mesure directe doit être faite au plus tôt 3 heures après la préparation (scellement) de l'appareil à émanation, ce délai étant nécessaire à la mise en équilibre radioactif de l'appareil.

(³) Le calcul de l'émanation, d'après la formule $q = q_0^{e-\lambda t}$, est rendu facile par le Tables de Kolowrat (*Le Radium*, depuis 1909), qui donnent les valeurs de la fonction $e - \lambda t$ pour des intervalles de temps donnés.

tions a été faite sur le thymus, les testicules et les ovaires de 32 animaux différents, en 12 jours et demi environ, avec quatre tubes d'émanation jumeaux. On s'est attaché à perdre le moins possible d'énergie radioactive, en faisant se succéder les applications avec le moins possible d'intervalles de temps inutilisés. Les quatre tubes contenaient au total, à l'origine, 176,23 millicuries d'émanation. De cette valeur, 153,26 millicuries furent utilisés pendant les applications; le reste, soit 22,97 millicuries, a été consommé inutilement, soit pendant les intervalles entre les applications (16,98 millicuries), soit après la fin de la série de celles-ci (5,99 millicuries). La proportion d'émanation utilisée a été de 87 pour 100 environ [1].

Le seul inconvénient notable de l'emploi de l'émanation concentrée, comparé à celui des composés radiques, consiste en une certaine perte d'énergie radioactive, inévitable, du fait de la destruction incessante de l'émanation, dans la solution radique mère, pendant les intervalles des extractions.

Mais de grands avantages compensent cet inconvénient : la sécurité assurée au radium, qui cesserait de circuler et ne sortirait plus des établissements où il serait conservé (une variété infinie de formes, dimensions et puissance radioactive conférée aux appareils d'utilisation), la possibilité pour tout médecin de se procurer l'agent actif sans acquérir la substance mère. Telles sont les raisons qui permettent de prévoir la place importante que va prendre l'émanothérapie locale, et sa substitution partielle à la radiumthérapie.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

A. Lx.

---

[1] Les modifications observées dans les organes (thymus, testicules et ovaires) sont, ainsi que cela était prévu, identiques à celles que détermine l'application des appareils radifères, et du même ordre que celles produites par les rayons X.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, ayant appris les décès de MM. *Édouard Prillieux*, mort le 8 octobre 1915, en sa propriété de la Malécléche, près Mondoubleau (Loir-et-Cher), et *Philippe Hatt*, mort à Guindalos (Basses-Pyrénées), le 10 octobre 1915, s'exprime en ces termes :

J'ai le regret d'annoncer à l'Académie des Sciences la mort de deux de ses Membres, qu'elle entourait de toute sa sympathie et de sa plus haute estime : M. *Edouard Prillieux*, Membre de la Section de Botanique depuis 1899, où il avait succédé à Charles Naudin, et M. *Philippe Hatt*, Membre de la Section de Géographie et Navigation, où il avait pris, en 1897, la place d'Antoine d'Abaddie.

Les obsèques de M. Prillieux auront lieu demain mardi au Père-Lachaise.

Ancien élève de l'Institut national agronomique, fondé à Versailles en 1850, supprimé en 1853, **Édouard Prillieux** fut attiré vers la Botanique par l'enseignement de Duchartre et chargé, à sa sortie, d'une enquête sur l'oïdium qui envahissait nos vignes. Cette circonstance décida de sa carrière. Toute sa vie a été presque exclusivement consacrée à l'étude des maladies des plantes, et l'on doit le considérer comme le fondateur de la Pathologie végétale. Successivement professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures où il enseignait la Technologie botanique, à l'Institut agronomique reconstitué en 1876 où il professait la Botanique générale, inspecteur général de l'Enseignement agricole, il a rendu dans ces divers postes les plus grands services. Le laboratoire de Pathologie végétale, qu'il a fondé, s'est acquis les plus grands titres à la reconnaissance des agricul-

teurs français. Ses études relatives à l'influence des parasites sur le développement des Orchidées et des bactéries productrices des tubercules radiculaires des légumineuses ont ouvert à la physiologie des plantes des voies nouvelles et fécondes.

Il a été sénateur du Loir-et-Cher et est demeuré jusqu'à sa mort conseiller municipal et conseiller général du canton de Mondoubleau, où était située sa propriété de famille. Il y était, comme partout où il a passé, profondément aimé pour la douceur de ses manières et la sûreté de ses relations.

M. **Hatt** s'était fait un nom comme ingénieur hydrographe. Il avait accompli de nombreuses missions géographiques et astronomiques; la première remonte à 1861, époque à laquelle il accompagna Bouquet de la Grye à Alexandrie. En 1865, il fut chargé de faire en Cochinchine une reconnaissance nouvelle des côtes du Cambodge et de reprendre le levé de la partie basse de la rivière de Saïgon; à ce moment, la France s'étant annexé le territoire compris entre le cours du Cambodge et le golfe de Siam où les Européens n'avaient pas jusque-là, en quelque sorte, pénétré, il entreprit l'exploration de ce delta humide et malsain; il explora ensuite le golfe de Siam et y découvrit un emplacement propice à la construction d'un port d'avenir, dans la baie de Gahn-Ray. Étant déjà sur place il prépara toutes les dispositions nécessaires pour étudier avec succès l'éclipse totale de Soleil qui devait avoir lieu le 18 août 1868 et qu'une Commission composée de MM. Stéphan, Rayet et Tisserand devait aller observer avec lui. Il fut plus tard attaché à la mission qui alla en 1874 observer à l'île Campbell le passage de Vénus sur le disque du Soleil; en 1878, il allait à Ogden dans les Montagnes Rocheuses observer de même avec M. Charles André le passage de Mercure, et il fut encore attaché en 1882 à la mission qui observa à Chubut le deuxième passage de Vénus. Depuis il s'est consacré à l'étude hydrographique des côtes de France, à la triangulation de celles de la Corse, dont il a publié une Carte des plus remarquables, et à l'étude des marées dont il a rédigé l'Annuaire depuis 1883 jusqu'à sa retraite, en perfectionnant sans cesse les instruments et les méthodes de mesures.

Tout le monde sait ici quel confrère nous avons perdu, son caractère étant à la hauteur de sa valeur scientifique.

Je lève la séance en raison de ce double deuil.

MÉCANIQUE. — *Sur le flambement d'une tige courbe.* Note de M. L. Lecornu.

Dans un Mémoire intitulé : *Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique et l'une de ses applications* (1), Maurice Levy a traité la question suivante :

Un anneau circulaire étant soumis sur tout son périmètre à une pression toujours normale et uniforme, située dans son plan, quelle est la condition pour que la forme circulaire soit la seule figure d'équilibre de cet anneau ?

Par un calcul basé sur la discussion d'intégrales elliptiques, il trouve que, si l'on appelle E le coefficient d'élasticité, I le moment d'inertie de la section droite, p la pression rapportée à l'unité de longueur de fibre moyenne, R le rayon de cette fibre, aucune flexion ne peut se produire tant que le rapport $\lambda = \frac{pR^3}{EI}$ demeure inférieur à $\frac{9}{4}$.

Au moment où ce résultat fut communiqué par l'auteur à l'Académie (1883), M. Boussinesq montra, d'une façon très simple, qu'on devait adopter pour λ la valeur 3, supérieure à $\frac{9}{4}$.

La question a été reprise par Halphen (2).

Il opère par inversion des intégrales et conclut que la forme circulaire est réellement la seule forme d'équilibre possible tant que λ n'atteint pas la limite 3, puis il ajoute : « La méthode fournit des conditions seulement suffisantes à la stabilité, sans prouver aucunement leur nécessité. »

Halphen examine également le cas d'une tige dont la forme d'équilibre naturel est un arc de cercle et dont les extrémités sont assujetties à glisser sur deux droites fixes que l'arc rencontre orthogonalement. En désignant par γ l'angle de ces droites, il établit que, si γ est inférieur à π, l'équilibre naturel est le seul possible tant que λ est inférieur à $\frac{\pi^2}{\gamma^2} - 1$, et que, si γ est égal ou supérieur à π, l'équilibre naturel est le seul possible tant que λ n'atteint pas $\frac{4\pi^2}{\gamma^2} - 1$. L'auteur remarque alors que, si la méthode donnait des conditions à la fois nécessaires et suffisantes pour la stabilité, on trouverait absurde la discontinuité qui se présente au passage de la valeur $\gamma = \pi$.

Les calculs d'Halphen ne donnent, ainsi qu'il le déclare lui-même, aucun renseigne-

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1884.

(2) *Sur une courbe élastique* (*Journal de l'École Polytechnique*, 1884).

ment sur le cas d'une tige circulaire dont les extrémités sont simplement assujetties à demeurer fixes : « Pour de tels problèmes, dit-il, la méthode cesse de réussir. Il faudrait, pour les résoudre, qu'on découvrît d'autres procédés. »

La recherche des formes d'équilibre autres que la forme circulaire, intéressante en elle-même, n'a qu'un rapport indirect avec la stabilité de cette dernière, car la stabilité pourrait subsister malgré leur existence. D'ailleurs Maurice Levy et Halphen laissent de côté les déformations capables d'amener un ou plusieurs contacts entre les diverses parties de la tige, et cependant il est permis de concevoir qu'un anneau, après avoir commencé à s'aplatir, continue de se défigurer jusqu'à complet écrasement. Ajoutons (et nous verrons plus loin l'importance de cette remarque) qu'ils ne tiennent aucun compte des variations de longueur accompagnant les déformations.

La question de stabilité est d'ordre mécanique, et non pas géométrique; elle dépend de la façon dont se comporte, dans une déformation élémentaire, le potentiel des forces tant intérieures qu'extérieures : il s'agit de savoir dans quelles conditions ce potentiel est minimum. C'est la méthode à laquelle j'ai eu recours (1) pour étudier le flambement d'une tige rectiligne; je vais essayer de l'étendre ici au problème de la tige circulaire, en prenant immédiatement le cas, non résolu par Halphen, de la tige à extrémités fixes.

Nous définirons la position d'un point quelconque, M, de la fibre moyenne par l'arc x, compris entre ce point et l'une des extrémités prise pour origine. Dans une déformation infinitésimale, le point M éprouve un déplacement MM′ dont nous appellerons u la projection sur la tangente, dans le sens des x croissants, et y la projection sur le prolongement du rayon R. Les coordonnées polaires du point M′ sont ainsi $R + y$ et $\frac{x+u}{R}$. Après la déformation, l'arc dx se trouve remplacé par un arc ds. Si y', u' désignent les dérivées de y, u par rapport à x, et si l'on néglige les termes du troisième ordre de petitesse par rapport à y et u, on trouve

$$ds - dx = \left(\frac{y}{R} + \frac{y'^2}{2} + u' + \frac{u'y}{R}\right) dx.$$

A cette variation de longueur correspond une variation de potentiel qui se calcule de la manière suivante. Soit dx_0 la longueur de l'arc élémentaire

(1) *Comptes rendus*, t. 161, 11 janvier 1915, p. 43.

dans l'état naturel, c'est-à-dire avant application de la pression p et admettons, pour fixer les idées, que le potentiel soit alors nul. Après compression il devient $\frac{E\Omega}{2}\frac{(dx_0-dx)^2}{dx_0}$, Ω désignant l'aire de la section droite de la tige.

Quand ensuite l'arc s'écarte de la forme circulaire, ce potentiel prend la valeur $\frac{E\Omega}{2}\frac{(dx-ds)^2}{dx_0}$. La variation δU éprouvée à partir de la forme circulaire comprimée est

$$\delta U = \frac{E\Omega}{2\,dx_0}[(dx_0-ds)^2-(dx_0-dx)^2] = E\Omega\left[\frac{dx_0-dx}{dx_0}+\frac{1}{2}\frac{dx-ds}{dx_0}\right](dx-ds).$$

D'ailleurs, la pression p produit un effort tangentiel pR lié au raccourcissement de la fibre moyenne par la formule

$$pR = E\Omega\frac{dx_0-dx}{dx_0},$$

d'où

$$\delta U = pR(dx-ds)+\frac{E\Omega}{2}\frac{(dx-ds)^2}{dx_0}$$

ou bien

$$\delta U = -pR\left(\frac{y}{R}+\frac{y'^2}{2}+u'+\frac{u'y}{R}\right)dx+\frac{E\Omega-pR}{2}\left(\frac{y}{R}+u'\right)^2dx.$$

D'autre part, si l'on désigne par r le rayon de courbure de la fibre déformée, on trouve sans peine, avec une erreur du second ordre,

$$\frac{1}{r}=\frac{1}{R}-\left(\frac{y}{R^2}+y''\right).$$

A cette variation de courbure correspond l'augmentation de potentiel

$$\delta V = \frac{EI}{2}\left(\frac{y}{R^2}+y''\right)^2dx$$

avec une erreur du troisième ordre.

La variation totale du potentiel interne est, d'après cela, pour l'ensemble de l'arc, dont j'appellerai l la longueur,

$$-pR\int_0^l\left(\frac{y}{R}+\frac{y'^2}{2}+u'+\frac{u'y}{R}\right)dx$$
$$+\frac{EI}{2}\int_0^l\left(\frac{y}{R^2}+y''\right)^2dx+\frac{E\Omega-pR}{2}\int_0^l\left(\frac{y}{R}+u'\right)^2dx.$$

Il reste à évaluer le travail de la pression p, travail égal au produit de $-p$

par l'aire que balaie la fibre moyenne. Cette aire est

$$\frac{1}{2}\int_0^l (R+y)^2 \frac{1+u'}{R}\,dx - \frac{1}{2}Rl,$$

ou, au même degré d'approximation,

$$\int_0^l \left[y + \frac{y^2}{2R} + u'\left(\frac{R}{2} + y\right)\right] dx.$$

Multiplions par p et ajoutons à la variation du potentiel interne. Remarquons en outre que $\int_0^l u'\,dx$ est nul, puisque u s'annule aux deux extrémités. Il vient finalement pour le travail ΔW absorbé dans la déformation par les forces tant intérieures qu'extérieures :

$$(1) \qquad \Delta W = \frac{pR}{2}\int_0^l \left(\frac{y^2}{R^2} - y'^2\right) dx + \frac{EI}{2}\int_0^l \left(\frac{y}{R^2} + y''\right)^2 dx + \frac{E\Omega - pR}{2}\int_0^l \left(\frac{y}{R} + u'\right)^2 dx.$$

Nous poserons pour abréger

$$(2) \qquad \frac{E\Omega - pR}{2}\int_0^l \left(\frac{y}{R} + u'\right)^2 dx = A^2.$$

Cette quantité est essentiellement positive, car $E\Omega - pR = E\Omega \frac{dx}{dx_0}$.

La condition de stabilité est que ΔW demeure positif pour toute déformation effectuée sans déplacement des extrémités. Nous supposerons que y et y' sont partout continus, ce qui revient à exclure la possibilité de voir apparaître des brisures ou des points anguleux; nous admettrons, pour le même motif, que u' n'est nulle part infini.

La fonction y s'annule pour $x = 0$ et pour $x = l$, sans que y' prenne nécessairement la même valeur aux deux extrémités. On est ainsi conduit à poser, en appelant n un entier quelconque,

$$(3) \qquad y = \Sigma a_n \sin\frac{n\pi x}{l}.$$

Les coefficients a_n sont arbitraires; il faut seulement les faire décroître assez vite pour assurer la convergence des séries représentant y, y', y''. La

valeur de ΔW devient ainsi

$$(4)\qquad \Delta W = \frac{l}{4}\sum\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2}-\frac{1}{R^2}\right)\left[\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2}-\frac{1}{R^2}\right)EI - pR\right]a_n^2 + A^2.$$

Le terme A^2 dépend seul des déplacements tangentiels u. Pour l'annuler, il suffit, après avoir choisi y, de faire

$$u' = -\frac{y}{R},\qquad \text{d'où}\qquad u = -\frac{1}{R}\int y\,dx.$$

Comme u doit s'annuler aux deux extrémités de l'arc, cette valeur de u n'est admissible que si la valeur moyenne de y est nulle.

Ceci posé, admettons d'abord que l'arc soit inférieur à une demi-circonférence ($l < \pi R$). Alors les facteurs $\frac{n^2\pi^2}{l^2}-\frac{1}{R^2}$ sont tous positifs, et la stabilité est assurée tant que le rapport $\frac{pR}{EI}$ ne dépasse pas $\frac{\pi^2}{l^2}-\frac{1}{R^2}$; mais cette condition n'est pas nécessaire, car elle ne tient pas compte du terme A^2. La limite ainsi assignée à p tend vers zéro avec la différence $\pi R - l$.

Supposons maintenant que l puisse varier de zéro à $2\pi K$ et cherchons la condition à la fois nécessaire et suffisante pour la stabilité.

Le terme A^2 est minimum en même temps que l'intégrale

$$\int_0^l \left(\frac{y}{R}+u'\right)^2 dx.$$

Il est aisé de voir que ce minimum se produit pour

$$\frac{y}{R}+u' = \text{const.}$$

et qu'en désignant par η la valeur moyenne de y, il est égal à $\frac{l\eta^2}{R^2}$. Dans le développement (3), les termes correspondant à des valeurs paires de n ont des valeurs moyennes nulles, et la valeur moyenne d'un terme correspondant à une valeur impaire, k, de n est $\frac{2a_k}{k\pi}$. Le minimum de A^2 est, d'après cela,

$$\frac{2l}{\pi^2R^2}(E\Omega - pR)\left(\sum\frac{a_k}{k}\right)^2.$$

Comme u est indépendant de y, nous devons, pour assurer la stabilité, attribuer à A^2 une valeur égale à ce minimum.

Soit ρ le rayon de giration de la section droite, défini par l'égalité $I = \Omega\rho^2$. Tous calculs faits, on parvient à la condition

$$(5) \qquad p < \frac{EI}{R\rho^2} \frac{\sum\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2} - \frac{1}{R^2}\right)^2 a_n^2 \rho^2 + \frac{8}{\pi^2 R^2}\left(\sum \frac{a_k}{k}\right)^2}{\sum\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2} - \frac{1}{R^2}\right) a_n^2 + \frac{8}{\pi^2 R^2}\left(\sum \frac{a_k}{k}\right)^2}$$

et l'on est ramené à chercher quel est le minimum du second membre de cette inégalité quand a_n, a_k prennent toutes les valeurs imaginables. Abstraction faite du facteur $\frac{EI}{R\rho^2}$, ce minimum est celui du rapport des coefficients d'une même constante a^2, dans la fraction multipliée par ce facteur. On peut laisser de côté, dans le carré Σ^2, les termes rectangles, pour lesquels les coefficients sont les mêmes au numérateur et au dénominateur, car on vérifie qu'à moins de supposer l très petit, leur présence ne saurait avoir pour effet d'abaisser le minimum.

Pour les indices d'ordre pair, le rapport des coefficients est $\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2} - \frac{1}{R^2}\right)\rho^2$. Il est minimum pour $n = 2$ et conduit à la limite de pression

$$(6) \qquad p < \frac{EI}{R}\left(\frac{4\pi^2}{l^2} - \frac{1}{R^2}\right).$$

Le cas des indices d'ordre impair est plus compliqué. En supposant n impair et remplaçant alors k par n, on trouve le rapport

$$\frac{\left(\frac{n^2\pi^2 R^2}{l^2} - 1\right)^2 \frac{\rho^2}{R^2} + \frac{8}{\pi^2 n^2}}{\left(\frac{n^2\pi^2 R^2}{l^2} - 1\right) + \frac{8}{\pi^2 n^2}},$$

et il faut chercher le minimum de cette fraction quand n est un nombre impair quelconque. En posant

$$n^2 = s, \qquad \frac{\pi^2 R^2}{l^2} = a, \qquad \frac{8}{\pi^2} = b, \qquad \frac{l^2}{R^2} = \varepsilon,$$

il vient

$$\frac{s(sa - 1)^2 \varepsilon + b}{s(sa - 1) + b}.$$

Le dénominateur est, dans l'hypothèse $l < 2\pi R$, positif pour toute valeur de l'entier impair n.

Pour aller plus loin, nous admettrons que la tige est assez mince pour que le nombre ε soit très petit. Une discussion aisée montre alors que le

minimum cherché correspond à une grande valeur de s, valeur voisine de $\left(\frac{2b}{a^2\varepsilon}\right)^{\frac{1}{3}}$, et qu'il est sensiblement égal à $3\left(\frac{ab\varepsilon^2}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$, d'où la limite de pression

$$p < \frac{3EI}{R^3}\,2^{\frac{1}{3}}\left(\frac{R^2}{l\rho}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

Vu la petitesse supposée du rapport $\frac{\rho}{R}$, cette limite, dès que l diffère notablement de zéro, dépasse la limite (6) imposée par les indices d'ordre pair, et la condition de stabilité, à la fois nécessaire et suffisante, est alors fournie par l'inégalité (6).

Si l'on désigne par P l'effort tangentiel, égal à pR et si l'on fait croître R indéfiniment, on retrouve à la limite la formule connue $P < \frac{4\pi^2 EI}{l^2}$ concernant la compression d'une tige cylindrique.

Lorsque l approche de $2\pi R$, on voit apparaître une circonstance singulière : la limite de stabilité tend vers zéro, en sorte qu'un anneau fermé ne serait pas en équilibre stable, quelque faible que fût l'effort de compression. Mais remarquons que, pour annuler effectivement le second membre de (6), il faut réduire l'équation (3) au terme

$$(7)\qquad y = a\sin\frac{x}{R},$$

d'où

$$y'' + \frac{y}{R^2} = 0.$$

La variation de courbure est alors nulle, et l'anneau tourne, sans déformation, autour du seul point fixe qu'il possède. Il était évident, *a priori*, qu'une pareille rotation, correspondant à un équilibre indifférent, annulerait ΔW.

Remarquons en passant qu'une circonstance analogue explique l'instabilité trouvée par Halphen, pour un arc orthogonal aux glissières parcourues par ses extrémités, quand il supposait la longueur de l'arc égale à une demi-circonférence. Car, dans cette hypothèse, les deux glissières se trouvent en prolongement l'une de l'autre, et il y a indifférence d'équilibre vis-à-vis d'une translation parallèle à leur direction commune.

Revenons au cas de l'anneau fermé. Si nous faisons abstraction du mouvement de rotation sans déformation, nous devons exclure la solution (7), qui suppose n égal à 2, et adopter pour ce nombre la valeur 4. La limite

supérieure de pression est alors

$$\left[\frac{16\pi^2}{(2\pi R)^2} - \frac{1}{R^2}\right]\frac{EI}{R}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad \frac{3EI}{R^3}.$$

Il faut exclure ici les valeurs impaires de n, car elles entraîneraient l'apparition d'un point anguleux à la jonction des deux extrémités.

En résumé, pour une tige mince, de longueur l, ayant ses extrémités fixes et possédant partout la courbure $\frac{1}{R}$, la pression capable d'amener le flambement est $\frac{EI}{R^3}\left(\frac{4\pi^2 R^2}{l^2} - 1\right)$ tant que l n'atteint pas une circonférence complète. Cette limite tend vers zéro pour $l = 2\pi R$; mais en même temps la variation de courbure, dans la déformation correspondante, s'atténue de plus en plus, en sorte que, pour l'anneau fermé, il ne subsiste qu'une rotation sans flambement; pour obtenir réellement le flambement de cet anneau, il faut pousser la pression jusqu'à la valeur $\frac{3EI}{R^3}$.

La méthode, convenablement modifiée, serait susceptible de s'étendre au flambement de tiges à courbure non uniforme.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les facules solaires.* Note de M. Henryk Arctowski.

Un diagramme des moyennes mensuelles des aires des facules et des taches solaires, tracé d'après les résultats des observations de Greenwich de 1873 à 1902 [1], démontre à l'évidence que, quoique, dans le cycle de 11 ans, il existe une connexité étroite entre les deux phénomènes, les oscillations de courte durée des facules diffèrent fréquemment très sensiblement de celles des taches.

A ma connaissance, les relations numériques entre taches solaires et facules n'ont jamais fait l'objet de recherches spéciales. Et pourtant, diverses questions intéressantes peuvent être aisément abordées de la

(1) *M. Not. Roy. Astron. Soc.*, t. 63, pl. 16.

sorte. Dans cette Note, je ne prendrai en considération que l'une de ces questions.

Walter Sidgreaves ([1]) remarque, au sujet des dessins faits à l'Observatoire de Stonyhurst, que les facules ont toujours été le plus abondantes après la formation d'une tache et qu'elles persistaient après sa disparition, mais que, d'autre part, dans aucun cas ces dessins ne démontraient la formation d'une tache avant l'apparition d'une facule. Sidgreaves se demande lequel de ces deux phénomènes précède l'autre, ce qui revient à dire : lequel est la cause et lequel est l'effet?

Les résultats des observations héliographiques de Greenwich permettent de résoudre cette question.

Les chiffres expriment des millionièmes de surface de l'hémisphère solaire. Prenant les maxima bien prononcés des ombres (aires corrigées) des rotations 275 à 752, soit 39 maxima en tout, ajoutant ces valeurs, ajoutant également les valeurs des deux rotations qui précèdent et des trois qui suivent, faisant de même pour les chiffres correspondants de facules, j'obtiens les moyennes suivantes :

Rotations....	−2.	−1.	Max.	+1.	+2.	+3.
Ombres..........	77	108	106	98	79	83
Facules..........	1194	1296	1445	1417	1240	1219

La courbe représentant la première série de chiffres est parfaitement symétrique, tandis que la seconde ne l'est pas : il y a déplacement du maximum vers la droite. Donc, en prenant les moyennes données par rotations, nous constatons un retard bien prononcé du maximum de facules par rapport au maximum de taches. Le retard est d'environ 9 jours.

J'ai vérifié ce résultat en prenant les 29 minima de taches les plus caractéristiques de la même série de chiffres. Dans ce cas, comme les moyennes ci-après le prouvent, le minimum de la courbe exprimant la variation des facules est d'environ une demi-rotation solaire en retard :

Rotations.....	−2.	−1.	Min.	+1.	+2.	+3.
Ombres..........	121	84	54	87	123	138
Facules..........	1306	1367	1161	1131	1348	1448

De même, en prenant 51 maxima de facules ainsi que les chiffres des rotations précédentes et de celles qui suivent la rotation d'un développement anormal de facules, et les chiffres correspondants de taches (ombre et

---

([1]) *Astron. and Astrophysics*, t. 11, p. 212.

pénombre), j'ai trouvé que le maximum de taches précède le maximum de facules d'environ 10 jours. Les moyennes ci-après démontrent le fait :

Rotations..	— 2.	— 1.	Max.	+ 1.	+ 2.	+ 3.
Facules...	1233	1362	1697	1357	1276	1226
Taches....	586	743	766	525	583	550

En traçant les diagrammes, il est aisé de voir que ces calculs m'ont également permis de constater l'existence d'une courte période dans la variation de fréquence des facules, période probablement analogue à celle d'environ 69 jours découverte par Unterweger ([1]) et confirmée par Elsa Frenkel ([2]).

Il m'a paru intéressant de vérifier les résultats précédents à l'aide des valeurs journalières. A cette fin j'ai pris les observations de Greenwich des années 1905-1907 et j'ai formé les moyennes par pentades pour les aires projetées des ombres et des facules. Formant ensuite les moyennes par groupes de 6 pentades (30 jours), j'ai constaté que les maxima et les minima de la courbe des facules sont en retard sur ceux des taches. Mais le retard est variable et fréquemment les deux courbes diffèrent notablement.

Comme dernière vérification, j'ai superposé les valeurs journalières des maxima les plus caractéristiques ainsi que celles des 25 jours suivants. J'ai pris les aires projetées des taches entières (ombre et pénombre) et celles des facules des dates correspondantes, soit 44 séries en tout.

Les valeurs moyennes des taches diminuent jusqu'au 9e jour après le jour du maximum, puis augmentent jusqu'au 14e jour, diminuent de nouveau et, finalement, après le 20e jour, augmentent vers le maximum correspondant à la rotation complète du Soleil. Cette courbe confirme les résultats des laborieuses recherches de Wolfer ([3]).

La courbe des facules est assez irrégulière. Elle présente un premier maximum le 1er jour, c'est-à-dire le jour de maximum de taches, puis un second maximum le 7e jour et un troisième maximum le 18e jour. Si le deuxième et le troisième maximum correspondent au premier et au deuxième maximum de taches, il y aurait un retard de 6 jours dans le premier cas et de 3 jours seulement dans le second.

Quoi qu'il en soit, il semble que le retard du développement maximum

---

([1]) *Denk. k. Akad. Wiss. Wien*, t. 58, p. 25.
([2]) *Publ. d. Sternwarte... Zürich*, t. 5.
([3]) *Mem. Soc. Spettrosc. ital.*, t. 29.

des facules, par rapport au maximum correspondant de taches, varie d'un cas à l'autre. Il en est de même de l'étendue des surfaces occupées.

Si, comme les recherches de Deslandres (¹) semblent le prouver, les taches solaires se forment sur les plages faculaires, aux endroits de plus grande vitesse de descente des vapeurs, si donc les taches doivent être considérées comme étant une conséquence de la formation des facules, il faut aussi admettre, d'après ce qui précède, que la tache sitôt formée augmente la circulation verticale des vapeurs, et que les mouvements ascendants de la périphérie des plages faculaires gagnent une étendue pendant plusieurs jours après le développement maximum de la tache.

On est ainsi amené à considérer le phénomène de la variation de fréquence des taches solaires comme n'étant qu'une manifestation subordonnée du phénomène de variation des facules.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains problèmes de Physique mathématique dans le cas des corps creux.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Émile Picard.

1. Le problème général dont je veux m'occuper est le suivant :

Une fonction est définie par une équation aux dérivées partielles linéaires dans tout un espace, et par des conditions également linéaires sur la frontière (électricité, électromagnétisme, acoustique, hydrostatique, etc.). On sait intégrer par des développements en série classiques pour certaines formes de la frontière, aussi bien à l'intérieur de celle-ci, quand elle est close, que dans l'espace extérieur illimité (plan, cylindre, sphère, ellipsoïde, etc.). *On perce des ouvertures de forme quelconque dans la frontière;* l'intérieur et l'extérieur sont maintenant en communication continue, et les conditions aux limites se rapportent maintenant aux deux faces de la surface limite conservée, sans épaisseur. On demande de trouver l'intégrale correspondante.

Précisons l'énoncé sur un exemple. On sait traiter les problèmes d'acoustique pour l'intérieur et pour l'extérieur de la sphère, avec ou sans source sonore. On demande de traiter les mêmes problèmes lorsque la paroi est une sphère perforée. Ce sont, suivant les dimensions de l'ouverture, le problème du résonateur sphérique, le problème du miroir sphérique, des problèmes de diffraction variés. On n'en connaît que

(¹) *Annales de l'Observatoire de Meudon*, t. 4, p. 99.

des solutions approchées; en particulier, on ne possède pas une solution rigoureuse, variable quelles que soient les dimensions relatives de la longueur d'onde (quand la source est périodique), du rayon de la sphère, et la forme du contour de la partie conservée.

C'est cette solution qu'il s'agit d'obtenir sous une forme qui ne laisse plus à faire que le calcul numérique dans chaque cas particulier.

J'exposerai ici la méthode dans le cas le plus simple; on passe sans difficulté au cas de variables nombreuses et de plusieurs fonctions inconnues, comme pour les *problèmes mixtes* (¹).

2. Dans un espace uv que la frontière définie par $v = 0$ sépare en deux régions, avec $v > 0$ à l'extérieur, et $v < 0$ à l'intérieur, je suppose que l'on connaisse les deux suites complètes de fonctions $\varphi_{0-} \ldots \varphi_{n-} \ldots$, et $\varphi_{0+} \ldots \varphi_{n+} \ldots$, les unes valables à l'intérieur (indice $-$), les autres valables à l'extérieur de la frontière (indice $+$), se réduisant à la même forme $\varphi_0 \ldots \varphi_n$, sur la frontière ($v = 0$); elles permettent de représenter sans ambiguïté, par une série convergente, une fonction arbitraire $f(u)$ donnée sur la frontière, et de satisfaire dans tout l'espace aux conditions de continuité et de convergence imposées par la nature du problème.

La suite des dérivées intérieures et celle des dérivées extérieures

$$\frac{\partial}{\partial v} \varphi_n(u, v) = \psi_n(u, v)$$

jouit des mêmes propriétés à une seule exception près; lorsqu'on a choisi les φ de manière que φ_{n-} et φ_{n+} aient la même valeur sur la frontière, on a pour leurs dérivées, au lieu de l'égalité, la relation

$$\psi_{n+}(u, 0) = \lambda_n \psi_{n-}(u, 0),$$

où les λ_n sont des constantes connues.

On conserve seulement une partie D_2 *de la frontière, et l'on fait communiquer l'intérieur avec l'extérieur par une ou plusieurs ouvertures* D_1; on cherche la solution continue (ainsi que sa dérivée) à travers les ouvertures, et prenant sur les deux faces, interne et externe, de la frontière conservée D_2, des valeurs données, $f_-(u)$ et $f_+(u)$ pour φ.

3. Cherchons d'abord une fonction dont les dérivées soient continues

(¹) Voir deux Notes aux *Comptes rendus*, t. 150, 21 février et 7 mars 1910, p. 461 et 611.

sur toute la frontière, et telle que l'excès $\varphi_+ - \varphi_-$ ait une valeur donnée $2E(u)$ dans la région D_2, et soit nul dans la région D_1.

La solution s'obtient à l'aide de la double suite de fonctions

$$\Phi^{I}_{k-}(u, v) = a^0_k \Phi^{I}_{0-} + \ldots + a^{k-1}_k \Phi^{I}_{k-1,-} + \lambda_k \varphi_{k-}(u, v),$$
$$\Phi^{I}_{k+}(u, v) = a^0_k \Phi^{I}_{0+} + \ldots + a^{k-1}_k \Phi^{I}_{k-1,+} + \quad \varphi_{k+}(u, v),$$
$$a^h_k \int_{D_1+D_2} (\Phi_{h+} - \Phi_{h-})^2 \, du + \int_{D_1+D_2} (\Phi_{h+} - \Phi_{h-})(1 - \lambda_k)\varphi_k \, du = 0$$

et

$$\varphi^{I}_{-}(u, v) = \sum_0^\infty A_n \Phi_{n-}(u, v), \qquad \varphi^{I}_{+}(u, v) = \sum_0^\infty A_n \Phi_{n+}(u, v),$$
$$A_n \int_{D_1+D_2} (\Phi_{n+} - \Phi_{n-})^2 \, du = 2 \int_{D_2} (\Phi_{n+} - \Phi_{n-}) \, E(u) \, du.$$

La solution ainsi obtenue donne sur les deux faces de la frontière D_2

$$\varphi^{I}_{-} = -E(u) + G(u) = f_-(u) + G(u) - \frac{1}{2}(f_+ + f_-),$$

$$\varphi^{I}_{+} = +E(u) + G(u) = f_+(u) + G(u) - \frac{1}{2}(f_+ + f_-),$$

en prenant $2E(u) = f_+ - f_-$, et en désignant par $2G(u)$ la somme $\varphi^{I}_{+} + \varphi^{I}_{-}$ telle qu'elle résulte de la détermination des coefficients A_n.

4. Posons maintenant

$$F(u) = G(u) - \frac{1}{2}[f_+(u) + f_-(u)]$$

et formons les fonctions qui prennent la même valeur $F(u)$ sur les deux faces de D_2, et sont continues à travers D_1

$$\Phi^{II}_{k-}(u, v) = b^0_k \Phi^{II}_{0-} + \ldots + b^{k-1}_k \Phi^{II}_{k-1,-} + \varphi_{k-}(u, v),$$
$$\Phi^{II}_{k+}(u, v) = b^0_k \Phi^{II}_{0+} + \ldots + b^{k-1}_k \Phi^{II}_{k-1,+} + \varphi_{k+}(u, v)$$

avec

$$b^h_k = -\frac{\int_{D_2} \Phi^{II}_h \varphi_k \, du + \int_{D_1} (\Psi_{h+} - \Psi_{h-})(\psi_{k+} - \psi_{k-}) \, du}{\int_{D_2} \Phi^2_h \, du + \int_{D_1} (\Psi_{h+} - \Psi_{h-})^2 \, du}$$

en représentant par Ψ la dérivée normale $\frac{\partial \Phi}{\partial v}$. Puis

$$\varphi^{II}_{-} = \Sigma B_n \Phi^{II}_{n-}, \qquad \varphi^{II}_{+} = \Sigma B_n \Phi^{II}_{n+}$$

avec

$$B_n \left[\int_{D_2} (\Phi_n^{II})^2 \, du + \int_{D_1} (\Psi_{n+}^{II} - \Psi_{n-}^{II})^2 \, du \right] = \int_{D_2} F \Phi_n \, du.$$

5. La solution du problème proposé est fournie par la somme

$$\varphi_- = \varphi_-^{I} + \varphi_-^{II} \quad \text{à l'intérieur,}$$

et

$$\varphi_+ = \varphi_+^{I} + \varphi_+^{II} \quad \text{à l'extérieur,}$$

sous réserve de termes cycliques lorsqu'il y a plusieurs ouvertures distinctes.

Tous ces coefficients sont immédiatement fournis par le minimum de la somme des carrés des écarts, et par les conditions d'orthogonalité.

6. La même construction fournit, *mutatis mutandis*, la solution dans le cas où ce sont les dérivées normales sur les deux faces de la paroi D_2 qui sont données.

Ayant la solution de ces deux problèmes principaux, on construira sans difficulté la solution d'un problème mixte pour le même corps creux (voir les Notes citées plus haut).

BOTANIQUE. — *Plantes salées et transmissibilité des caractères acquis.* Note de M. **Pierre Lesage**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Les plantes arrosées avec de l'eau salée montrent des différences plus ou moins nombreuses, plus ou moins marquées, avec les plantes de la même espèce arrosées à l'eau ordinaire. J'ai observé que quelques-unes de ces différences se manifestent dans la durée du cycle évolutif, la taille des plantes, l'épaisseur, la coloration et la structure des feuilles, le calibre et le nombre relatif des graines, leur poids, leur faculté germinative, leur vitesse de germination et la teneur en chlorures des diverses parties des plantes en expérience.

Comme la transmissibilité des caractères acquis est à l'ordre du jour et comme j'avais fait déjà des expériences sur les plantes salées (¹), j'ai été amené à reprendre ces expériences en me proposant de chercher une

---

(¹) Pierre Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 31 mai 1890).

réponse à la question suivante : Les plantes issues de graines provenant de plantes salées, arrosées à l'eau salée, présentent les caractères de ces plantes salées; mais arrosées à l'eau ordinaire, présenteront-elles encore ces mêmes caractères? En d'autres termes, les caractères acquis par la salure sont-ils transmissibles d'une génération à la suivante, même quand est supprimée la cause qui provoque l'apparition de ces caractères?

Pour répondre à cette question, j'ai commencé, en 1911, une série d'expériences d'une durée assez considérable, 3 à 4 mois chaque année, et plusieurs années dans l'ensemble, me proposant d'abord d'entraîner progressivement, s'il était possible, les plantes à produire les caractères cherchés en employant, pour les arrosages salés, des solutions à concentration assez faible (12,5 pour 100 au maximum), afin de ne pas tuer ou trop maltraiter les plantes soumises à ces arrosages.

Au début, en 1911, j'ai fait cinq cultures où j'ai semé, dans les mêmes conditions, des graines de *Lepidium sativum* de même origine et j'ai arrosé les plantes qui en provenaient avec de l'eau de source (n° 3), ou avec de l'eau de source additionnée de 12g,5 de NaCl par litre (n° 1 et n° 2), ou de 6g,25 de NaCl par litre (n° 4 et n° 5).

En 1912 et les années suivantes, les graines récoltées dans les cultures d'une année servaient à faire les semis de l'année suivante, semis qui étaient arrosés de la même manière que les cultures qui avaient fourni ces graines.

C'est au cours de ces expériences que j'ai pu observer les différences plus ou moins marquées, signalées au début de cette Note, entre les plantes témoins (n° 3) et les plantes salées. Parmi ces différences, j'en retiens trois concernant la taille des plantes, le nombre relatif des grosses graines et le poids des graines. Je les retiens particulièrement parce que ce sont les seules qu'on retrouve assez nettes, cette année, dans les essais des graines de 1914, essais que je vais résumer et qui sembleraient indiquer une certaine hérédité.

Cette année donc, au lieu d'un seul groupe de cultures, j'en ai fait trois. Dans le premier groupe, j'ai continué la série des expériences en faisant cinq cultures, en pots spéciaux, numérotées et arrosées comme les années précédentes; désignons ce groupe par P. S. Dans le deuxième groupe, même disposition, mais les arrosages ont tous été faits à l'eau douce, soit P. D. Dans le troisième groupe, les cinq cultures ont été faites en pleine terre et toutes arrosées encore à l'eau douce, soit T. D. Les semis, faits avec les graines récoltées en 1914, donc de quatrième génération, devaient être déjà entraînés à l'action du sol, si un entraînement est possible. A la récolte, dans chaque culture, j'ai mesuré la taille des pieds et calculé les moyennes ; j'ai séparé les graines en deux lots, grosses graines restant sur le tamis n° 18 (60 mailles par décimètre), moyennes graines traversant le tamis n° 18, mais restant sur le tamis n° 20 (80 mailles par décimètre), j'ai compté ces graines et établi le nombre de grosses graines pour 1000; enfin, j'ai pesé 1000 graines de chaque sorte, j'en ai tiré un poids moyen correspondant au poids de 500 grosses graines plus 500 moyennes graines réunies. Ces données sont résumées dans le Tableau suivant :

Nos des cultures.	En P. S.	En P. D.	En T. D.
	Moyennes de la taille.		
	mm	mm	mm
1	205	301	529
3	381	319	618
5	393	352	591
	Nombre relatif des grosses graines.		
	Pour 1000.	Pour 1000.	Pour 1000.
1	57	37	68
3	292	337	361
5	120	123	120

Poids de 1000 graines et poids moyen.

		En P. S.		En P. D.		En T. D.	
1.	Grosses...	1,795 g	1,585	1,821 g	1,572	2,088 g	1,744
	Moyennes.	1,376		1,323		1,400	
3.	Grosses...	2,571	2,213	2,390	2,038	2,688	2,222
	Moyennes.	1,856		1,687		1,756	
5.	Grosses...	2,380	2,031	2,270	1,976	2,483	2,137
	Moyennes.	1,683		1,683		1,791	

Ce Tableau met en relief ce point intéressant que les différences accusées entre les plantes témoins (nº 3) et les plantes arrosées à l'eau salée (nº 1 et nº 5 en P. S.), caractères des plantes salées, se reproduisent de la même manière dans les plantes issues des graines des premières et toutes arrosées à l'eau douce (en P. D. et en T. D.). D'après cela, il y aurait transmissibilité de ces caractères. C'est ce que nous verrons et discuterons plus tard quand des expériences plus nombreuses, un peu modifiées, auront été faites. Pour le moment, on ne peut s'empêcher de remarquer que ces caractères : petite taille, proportion moindre de grosses graines, poids plus faible des graines, sont corrélatifs et peuvent se trouver dans des plantes en état de souffrance, donnant des graines plus ou moins mal conformées, quelle que soit la cause de la malformation.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la localisation des acides et des sucres dans les fruits charnus.* Note de M. E. Demoussy, présentée par M. L. Maquenne.

Les belles recherches de M. Guignard ont montré que chez les plantes certains principes, tels que les glucosides et les diastases, sont localisés dans des cellules spéciales. Ces corps, de poids moléculaire élevé, sont peu diffusibles, et l'on conçoit qu'ils ne se mélangent pas tant qu'ils sont retenus par le protoplasma vivant; j'ai observé des faits du même ordre pour des substances plus simples et plus diffusibles, comme les acides et les sucres, dans les fruits charnus.

C'est ce qui ressort de l'analyse des jus obtenus en soumettant les fruits à des pressions croissantes et en fractionnant les liquides qui s'écoulent; l'expression à la main est suffisante, les fruits étant placés dans un linge. Le Tableau suivant résume les principaux résultats obtenus :

	Acidité pour 100cm³ de jus (en acide malique).				Sucres pour 100cm³ de jus: réducteurs.			Sucres pour 100cm³ de jus: non réducteurs.		
Pressions	1.	2.	4.	6.	1.	4.	6.	1.	4.	6.
Prunes violettes	0,24 g	0,88 g	1,34 g	1,61 g	»	»	»	»	»	»
Prunes violettes	0,41	»	1,48	1,54	1,43 g	2,36 g	2,89 g	11,09 g	7,87 g	7,03 g
Reine-Claude, peu mûre	0,51	1,04	1,25	1,30	1,49	2,31	2,57	9,81	7,37	7,34
Reine-Claude, très mûre	0,16	0,75	0,83	0,84	2,34	3,82	4,63	14,13	10,07	9,96
Abricots	0,51	»	»	1,34	1,84	»	3,94	16,93	»	12,37
Pêche, peu mûre	0,79	0,90	0,96	»	2,54	2,63	»	5,59	5,17	»
Pêche, très mûre	0,35	0,39	0,40	0,42	1,87	»	2,22	8,01	»	7,89
Raisin, peu mûr	0,47	0,63	0,76	0,85	10,08	9,00	8,88	0	0	0
Raisin, très mûr	0,16	»	»	0,33	19,08	»	18,96	0	»	0
Fraises	0,66	»	»	0,66	4,47	»	4,50	1,73	»	1,75
Melon	0,01	»	»	0,01	2,43	»	2,46	4,28	»	4,30
Cerises	1,17	0,94	»	0,94	16,08	»	15,84	»	»	»
Tomate	0,44	0,24	0,21	0,21	4,07	»	3,55	0,05	»	1,05

L'acidité, comme on le voit, éprouve des changements souvent considérables; pour les prunes les derniers liquides exprimés peuvent être sept fois plus acides que les premiers. Les variations sont encore notables pour les abricots et les raisins, faibles pour les pêches, nulles pour les fraises et le melon, ainsi que pour les pommes. Au contraire, l'acidité diminue

dans le jus de cerises et de tomates lorsque la pression augmente; le fait n'est donc pas général.

En ce qui concerne les sucres les différences, encore très marquées dans certains cas, sont proportionnellement plus faibles. Le sucre réducteur varie dans le même sens que l'acidité, tandis que la teneur en saccharose suit une progression inverse. Le raisin, qui ne contient pas de sucre hydrolysable, présente une légère diminution du sucre interverti.

On peut extraire le jus des fruits sans déchirer mécaniquement les cellules; si on les plasmolyse par une solution fortement hypertonique, en les saupoudrant de sel marin, par exemple, les membranes protoplasmiques deviennent perméables et les liquides cellulaires se répandent à l'extérieur. L'expérience, faite avec des prunes, a montré que ces liquides deviennent de plus en plus acides à mesure qu'ils s'écoulent; on y a dosé successivement $0^g,25$; $0^g,28$; $0^g,50$ et enfin, après 24 heures, $1^g,34$ d'acide pour 100.

Ces faits tendent à montrer que les cellules qui se vident les premières, c'est-à-dire celles qui présentent la moindre résistance mécanique et la plus grande perméabilité, n'ont pas la même composition que celles qui fournissent les derniers liquides. Leur différence de constitution physique, probablement la plus ou moins grande épaisseur de leurs parois, est accompagnée d'une différence de composition chimique de leur contenu : il y a localisation, mais le sens des variations n'est pas le même pour tous les fruits ; tantôt ce sont les cellules les moins résistantes qui sont les plus pauvres en acides et en sucres réducteurs et les plus riches en saccharose, tantôt c'est l'inverse, sans qu'on puisse dire si ce sont les mêmes cellules qui renferment à la fois acides et sucres.

La composition d'un fruit varie donc d'un point à l'autre de sa masse, pourtant d'apparence homogène, et cela malgré sa consistance aqueuse; l'hémiperméabilité du protoplasme s'oppose à la libre diffusion des substances dissoutes.

Mais l'eau doit circuler plus aisément; s'il en est ainsi il doit y avoir équilibre osmotique dans toutes les portions du fruit : c'est ce que j'ai vérifié à plusieurs reprises par la cryoscopie. Pour des abricots le premier liquide se congelait à $-2°,34$, le jus de pression maxima à $-2°,40$; pour des prunes j'ai trouvé $-1°,36$ et $-1°,44$. La pression osmotique, voisine ici de 16^{atm}, est donc sensiblement la même pour tous les liquides cellulaires d'un même fruit, malgré les différences de composition qui sont telles qu'il y a compensation au point de vue de la concentration moléculaire;

d'après le calcul, cette concentration, pour les acides et les sucres contenus dans le jus dont on vient de parler, serait de 0,041 à 0,045 mg-mol. pour 100^{cm^3}.

Il y a là un exemple remarquable d'équilibre osmotique, conforme à la théorie établie pour la première fois par M. Maquenne en 1895.

Cette localisation des matières dissoutes explique ce fait curieux que certains fruits, les prunes et les abricots en particulier, présentent après cuisson une saveur plus acide qu'à l'état frais. Lorsqu'on mange un fruit mûr, on ne déchire pas, en effet, toutes ses cellules, et l'on perçoit surtout le goût du contenu de celles qui sont le plus facilement détruites, c'est-à-dire des plus pauvres en acides, tandis que dans les fruits cuits les acides se trouvent uniformément répandus dans toute la masse. L'analyse confirme cette manière de voir : l'acidité d'un jus de prunes ou d'abricots cuits est toujours supérieure à celle du jus qui s'écoule aisément des mêmes fruits crus.

L'acidification par cuisson ne saurait être attribuée à une action diastasique, puisque c'est le liquide préparé à haute température qui est le plus acide; d'autre part il n'y a pas formation d'acides par oxydation, car l'intervention de l'air, à froid ou à chaud, n'a pas d'effet.

Enfin, on aurait pu supposer qu'il existe dans les fruits, à l'état solide, quelque substance acide qui n'entrerait en solution qu'à chaud, telle que du bitartrate de potassium. Ce n'est pas le cas, car le broyage à froid fournit un liquide aussi acide qu'à l'ébullition, et la filtration ne change pas le titre acide d'un jus très trouble provenant de fruits frais.

La séance est levée, à 16 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1915.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Secrétaire perpétuel de l'Académie. IIe Partie : *Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles; les lignes tracées sur les surfaces;* 2e édition, revue et augmentée. Paris, Gauthier-Villars, 1915; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'auteur.)

Frédéric-W. Taylor, 1856-1915. *Organisation scientifique, principes et applications.* Extrait de la *Revue de Métallurgie*, t. XII, avril 1915. Paris, Dunod et Pinat, 1915. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Ministère de l'Instruction publique. *La Science française à l'Exposition universelle et internationale de San Francisco*, rédigé par un groupe de savants, sous la direction de M. Lucien Poincaré. Paris, Larousse, 1915; 2 vol. in-8°.

Calculs relatifs à la construction d'une nouvelle Table de diviseurs des nombres, par Ernest Lebon; extrait des *Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.* Paris, Hôtel des Sociétés savantes, 1914; demi-feuille in-8°.

République portugaise. Ministère de l'Instruction publique. *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, par Joaquim Bensaude, et une collection de documents publiés par le même. Vol. 1 : *Regimento do Estrolabio: Tratado da Speza;* — Vol. 3 : *Almanach perpetuum*, par Abraham Zacuto. Leiria, 1496; — Vol. 4 : *Tratado del Esphera y del arte del marear; con el Regimiento de las alturas*, par Francisco Faleiro. Sevilla, 1535; — Vol. 5 : *Tratado da Esphera*, par Pedro Nunes. Lisboa, 1537; Berne, Max Drechsel, 1912-1915; 4 vol. in-4° et 1 vol. in-f°.

Ministère des Colonies. *Documents scientifiques de la mission Tilho* (1906-1909), t. III. Paris, Larose, 1914; 1 vol. in-4°.

Représenter les parties d'une surface donnée, par C.-F. Gauss, traduit par L. Laugel. Paris, A. Hermann, 1915; 1 fasc. in-4°.

Les influences des corps minéraux. Recherche par leurs influences, par Henri Mager. Paris, Dunod et Pinat, 1914; 1 vol. in-8°.

La loi de la nature, par Sophie Egoroff. Nice, Robaudi, 1915; 1 fasc.

Bibliografia general de Temblores y Terremotos, por F. de Montessus de Ballore. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, 1915; 2 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

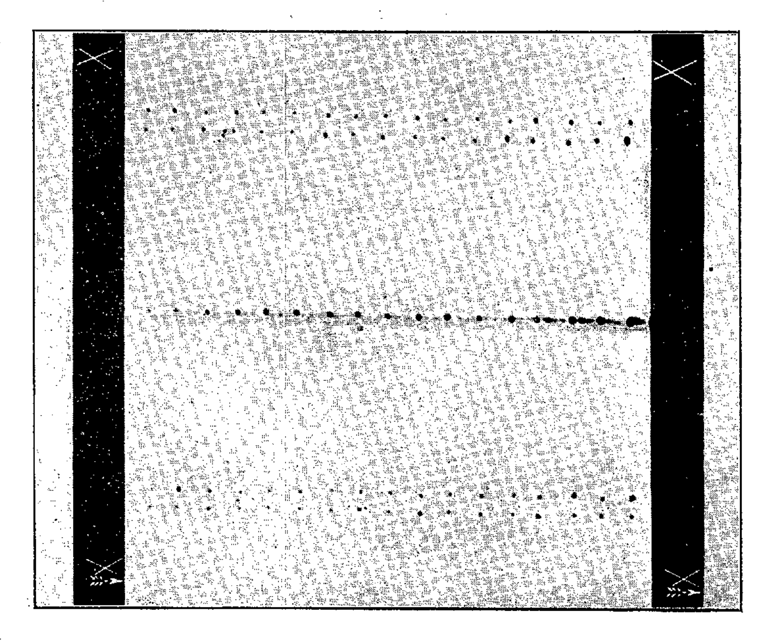
ERRATA.

—

(Séance du 19 juillet 1915.)

Note de MM. *Ch.-Eug. Guye* et *Ch. Lavanchy*, Vérification expérimentale de la formule de Lorentz-Einstein par les rayons cathodiques de grande vitesse :

Page 53 (figure) : la figure ci-dessous est destinée à remplacer celle de la Note du 19 juillet dernier, sur laquelle les traces du faisceau cathodique n'étaient pas venues à l'impression et qui de ce fait était incompréhensible.



$\beta = 0.415$ ($v' = 124500$ km : sec).

Nous rappelons que ce cliché, qui représente un négatif, est relatif à une série de 17 déterminations enregistrées sur une même plaque à laquelle, après chaque pose, on imprimait un petit déplacement. L'ensemble de cinq points disposés verticalement

constitue une détermination; le point médian correspond au faisceau cathodique non dévié; les quatre autres donnent les positions du faisceau dévié, soit vers le haut, soit vers le bas, pour chacun des champs électrique et magnétique (la plus grande des deux déviations correspond au champ magnétique); les repères ont été photographiés au début et à la fin de la série; ils ont dû être renforcés à la retouche sur le cliché typographique.

Nous saisissons cette occasion pour rappeler qu'un travail, dont les résultats sont aussi favorables à la théorie de Lorentz-Einstein, a été effectué par M. Neumann sur les rayons β du radium (*Ann. der Physik*, t. 45, 1914). Dans ce travail, les déviations étaient moindres que dans nos expériences; d'autre part, la divergence entre les deux formules d'Abraham et de Lorentz était plus grande, les rayons β ayant une plus grande vitesse.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce que la prochaine séance de l'Académie aura lieu le mardi 26 octobre, les cinq Académies devant tenir leur séance publique annuelle le lundi 25, et que la séance suivante aura lieu le mardi 2 novembre, le lundi 1er étant jour férié.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

L'ordre des Correspondants de l'Académie des Sciences vient d'être cruellement éprouvé par la mort presque simultanée de deux savants de grande valeur : *Gaston Vasseur* et *Henri Fabre*.

Gaston Vasseur est mort subitement dans sa propriété de Bach (Lot). Il était professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Marseille depuis 1888. Il était né à Paris le 5 août 1855; il avait donc tout juste 60 ans et pouvait compter, en apparence, sur un avenir qu'il entrevoyait riche en nouvelles découvertes. Il fut l'un des premiers jeunes naturalistes qui fréquentèrent le laboratoire de Roscoff que Lacaze-Duthiers était en train de fonder et qui était encore simplement installé dans une maison en location. Il y montra déjà de remarquables qualités d'observation, car il y découvrit chez une Éponge à spicules calcaires, la *Leucosolenia botryoïdes*, la faculté de se reproduire par bourgeonnement, faculté qui était alors inconnue dans ce groupe d'Éponges.

Mais ce fut là seulement un épisode de sa vie scientifique. Quand il fit

cette découverte [1], Gaston Vasseur était déjà, depuis 7 ans, orienté vers la Paléontologie et la Géologie. Il fréquentait, depuis 1872, le laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum duquel dépendaient, à ce moment, les collections de Paléontologie et que dirigeait Paul Gervais.

Déjà, en 1873, il avait découvert, dans les plâtrières souterraines de Vitry-sur-Seine, le magnifique squelette entier de *Palæotherium magnum* qui est exposé dans l'escalier des galeries de Paléontologie du Muséum et qui a montré que cet animal, au cou très allongé, était beaucoup plus agile et plus svelte que les tapirs auxquels Cuvier le comparaît. On lui doit, en outre, des notions nouvelles sur les *Hyænodon* et les *Coryphodon*, la découverte de nombreux gisements fossilifères à Neaufles-Saint-Martin où il eut la preuve que les Lépidostés, poissons ganoïdes aujourd'hui confinés dans l'Amérique du Nord, vivaient alors dans le bassin de Paris; à Saffré (Loire-Inférieure); au sommet de la butte de Montreuil; aux environs de Martigues où il a décrit une riche flore admirablement conservée, dans l'Agenais, etc.

La Stratigraphie n'est pas moins redevable que la Paléontologie aux recherches de M. Gaston Vasseur. Son étude sur la géologie de la Bretagne constitue une véritable histoire de cette région durant l'ère tertiaire. Émergée pendant la période de l'Éocène inférieur, mais déjà séparée de l'Angleterre par la Manche, contrairement à ce qu'on pensait, elle s'affaisse partiellement sous les eaux durant l'Éocène moyen et se relève après le départ du Calcaire grossier; des phénomènes analogues se produisent, à cette époque, dans les bassins du Cotentin, de Paris et de la Gironde.

Mais M. Vasseur a rendu aux géologues un service important d'un autre ordre en dressant, avec la collaboration de M. Carez, une carte géologique de la France au $\frac{1}{500000}$ pour remplacer la carte vieillie de Dufrénoy et Élie de Beaumont. Cette carte a obtenu des médailles d'honneur aux expositions de Toulouse, de Barcelone, de Bruxelles et de Paris (1889); il a publié, en outre, d'abord comme collaborateur adjoint (1879), puis comme collaborateur principal (1887) de la Carte géologique de France au $\frac{1}{80000}$, les feuilles de Melun, des Sables-d'Olonne et du bassin tertiaire du sud-ouest de la France, correspondant à plus de dix feuilles de la Carte de l'État-Major.

Le 1er novembre 1878, M. Vasseur avait été nommé préparateur adjoint de géologie à la Sorbonne; en 1886 et 1887 il y avait fait des conférences

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, 1879-1880.

de paléontologie remarquées; enfin, en 1888, il était nommé chargé de cours, puis en 1890 professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Là une surprise l'attendait. L'étude microscopique d'une pierre portant une inscription phénicienne trouvée en 1844, par un maçon, au voisinage des fondations de la nouvelle cathédrale de Marseille, lui montra que cette pierre avait été apportée de Carthage, quatre ou cinq siècles avant Jésus-Christ, et s'était trouvée enfouie sur l'emplacement d'un temple de Baal construit à cette époque par une colonie carthaginoise. Depuis il avait poursuivi ces études; elles ont fait l'objet de publications des plus importantes relativement à l'origine et à l'histoire de Marseille dans l'antiquité.

L'ensemble de ces travaux montre à quel point étaient variées les aptitudes et les connaissances de notre regretté Correspondant. La mort est venu le prendre au milieu de vastes projets dont il comptait bien poursuivre sans interruption l'exécution.

Henri Fabre a été appelé, par des littérateurs en renom : l'Homère des Insectes. Poète, à la fois en langue d'oc et en langue française, artiste, observateur pénétrant et d'une infatigable patience, épris tour à tour de science et de littérature, de vérité et de beauté, s'adonnant avec ardeur à tout ce qui passionnait sa vibrante nature, il laissa couler sa vie sans se douter que la gloire viendrait un jour à lui et qu'il se préparait une radieuse vieillesse.

Tout le monde connaît ses *Souvenirs d'un naturaliste* en dix volumes; ses petits livres sur les Insectes ravageurs et sur les auxiliaires, ainsi que ses charmants ouvrages à l'usage des lycées ont eu un vif succès.

Né le 22 décembre 1823 à Saint-Léons, dans le canton de Vezins, il passa sa première enfance à Malaval près d'une grand'mère qui meubla son imagination de toutes les merveilles des contes de fées, dont sa forme littéraire a conservé l'empreinte; garçonnet il revint à Saint-Léons, pour entrer à l'école de son parrain Pierre Ricard, à la fois instituteur, barbier, sonneur de cloches et chantre au lutrin. Sa famille dont les affaires, bien que le père fût cafetier, ne paraissent pas avoir prospéré, le promena de Saint-Léons à Rodez, Toulouse, Montpellier et Beaucaire; on le vit un jour vendre des citrons sous les arceaux des halles de cette petite ville. Il trouva quand même moyen de se faire admettre à l'École normale primaire de Carpentras d'où il sortit instituteur avec 700^{fr} d'appointements. Quelques mois après il était pourvu de deux baccalauréats et de deux licences; il obtenait alors d'être nommé professeur au collège d'Ajaccio.

Il s'y éprit d'abord de mathématiques à ce point qu'il écrivit un poème d'une réelle envolée pour déifier le Nombre, « qui guide les soleils dans leurs orbes profonds et les enlace tous par de secrets liens, sous les puissantes lois de leurs affinités ». Je cite.

Cela ne l'empêchait pas de parcourir les montagnes où il rencontra de Rouville, à la fois géologue et botaniste, et Moquin-Tandon, le brillant auteur du *Monde de la mer*. Ils en firent un naturaliste. Tous les naturalistes et même beaucoup de littérateurs connaissent ses travaux sur l'hypermétamorphose des *Sitaris*, dont les résultats ont été étendus depuis à tous les Cantharidiens ; ses magnifiques études sur les diverses espèces de Guêpes (¹) dont chacune chasse, pour sa progéniture, des proies, toujours les mêmes, qu'elles paralysent, par des moyens divers, sans les tuer, de manière que leurs larves aient toujours de la chair fraîche à leur disposition ; sur les diverses sortes d'Abeilles (²), habiles constructrices, qui nourrissent leurs larves de miel, connaissant d'avance le sexe de l'œuf qu'elles pondent, et proportionnant les dimensions de loges qu'elles construisent au sexe de la larve (³); sur la façon dont les Bousiers (⁴) façonnent les boules et les cylindres où ils emprisonnent leurs œufs et qu'ils mettent aussi en réserve pour leur propre nourriture; sur la jalousie des grandes Sauterelles vertes qui assassinent la nuit les Cigales, leurs rivales en musique; sur la cruauté des femelles des Araignées et des Mantes religieuses qui dévorent leurs mâles au cours des noces; sur les danses nuptiales des Scorpions et sur beaucoup d'autres sujets (⁵); ils ont été trop souvent exposés par les naturalistes, par les philosophes et par les littérateurs pour qu'il soit nécessaire de les développer ici. Peut-être est-il plus utile, en raison de leur importance, de faire quelques réserves sur les conclusions qu'il en a tirées.

Les faits observés par Fabre avec une grande rigueur et une étonnante finesse d'observation lui parurent à ce point défier toute explication naturelle qu'il vit en eux d'insurmontables objections à la doctrine de l'évolu-

---

(1) Cerceris, Sphex, Ammophiles, Bombyx, Eumènes, Odynères, Pompiles, Pélopées, Philanthes, Scolies, Calicurgues, Tachytes.

(2) Chalicodomes, Mégachiles, Anthidies, Halictes.

(3) Osmies.

(4) Scarabée sacré, Copris espagnol, Onthophages, Géotrupes, Onitis, Sisyphes, Minotaures.

(5) Pentatomes, Réduves; Anthrax, Volucelles, Lucilies; Scarites, Nécrophores; Bruches et Charançons divers, Ergates; plusieurs Orthoptères; Orthoptères et Lépidoptères divers; Pucerons.

tion et que Darwin lui-même en demeura inquiet. Il serait dangereux, étant donné le caractère fondamental, pour les Sciences naturelles, de la doctrine de l'évolution, de laisser subsister cette impression.

En ce qui concerne les *Sitaris*, Fabre était tombé sur un cas exceptionnel, vraiment inexplicable au premier abord. Les faits rassemblés depuis par Riley, Künckel et, sous sa direction même, par Henri Beauregard, permettent d'établir que le développement des Vésicants ordinaires s'étend sur deux périodes séparées l'une de l'autre par une période, soit de froid, soit de sécheresse; la larve y résiste en s'enfermant dans une pupe d'où elle sort quand les circonstances sont redevenues favorables. M. Künckel d'Herculais l'a depuis expérimentalement établi. Les nymphes des mouches sont d'ailleurs enfermées dans une pupe semblable à celle des Vésicants. Chez les *Sitaris*, la larve après avoir passé l'hiver sous la forme de triongulin, accomplit tout son développement souterrain en une seule période estivale et la pupe se forme sans nécessité apparente. La larve y vit enfermée sans changement pendant quelque temps et n'en sort pas pour se muer en nymphe puis en insecte parfait. La formation de la pupe est donc à la fois inutile et prématurée; c'est ce fait, pris isolément, qui paraît inexplicable. Rapproché de ce qu'on voit chez les autres Vésicants, il apparaît comme un simple décalement, comme l'embryogénie en présente des cas innombrables, d'un phénomène devenu inutile et conservé uniquement par l'hérédité, indépendamment des causes qui l'ont produit.

En ce qui concerne les instincts des Insectes, beaucoup paraissent eux aussi inexplicables et ils le sont, en effet, comme Fabre le dit, quand on ne tient compte que de la période géologique actuelle, marquée par des périodes annuelles de froid ou de sécheresse qui tuent la plupart des Insectes et isolent les unes des autres les générations successives, sauf chez les Insectes sociaux, et chez ceux dont l'évolution rapide permet à plusieurs générations successives de se produire dans la même saison; mais chez ces derniers la vie est si courte qu'elle ne se prête guère à la mise en œuvre de l'expérience. Or les saisons ne se sont accentuées avec toutes leurs conséquences qu'au cours de la période tertiaire, et les Insectes ont apparu dès la période silurienne. Leurs ordres les plus élevés se sont développés au cours de la période secondaire, durant laquelle sur les côtes des mers de nos latitudes se formaient des bancs de coraux, indiquant une température élevée dont les faibles oscillations ne venaient interrompre ni la végétation, ni la vie des Insectes. Ceux-ci pouvaient vivre longtemps, comme nos abeilles et nos fourmis qui s'abritent contre le froid, acquérir lentement de

l'expérience et en transmettre les résultats à leurs jeunes, comme le font les Oiseaux. Ainsi disparaît le caractère irréductible des objections que les observations très précises et incontestables d'Henri Fabre semblaient soulever à l'encontre d'une hypothèse qui seule actuellement nous laisse l'espérance d'arriver à une explication naturelle des formes vivantes.

Ces superbes observations n'en ont pas moins ouvert un vaste champ à la psychologie animale, et celui à qui on les doit, avec ses hautes et diverses qualités, demeurera comme une de nos grandes figures scientifiques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le fascicule 3 du tome IV de la *Flore générale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présenté par M. L. Mangin.)

M. **Benon** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur l'identité de la nouvelle planète Comas Solá avec (193) Ambrosie.* Note de MM. **Louis Fabry** et **Henri Blondel**, présentée par M. Bigourdan.

Dès que les observations de M. Comas Solá, insérées dans les *Comptes rendus* du 4 octobre, nous ont été connues, nous avons calculé pour la nouvelle planète (1915, sept. 15), sous trois hypothèses de distance au Soleil, l'orbite circulaire en projection sur l'écliptique, en appliquant les formules que nous avons données dans le *Bulletin astronomique*, t. 30, p. 49. La comparaison de cette orbite circulaire avec le Catalogue des orbites inséré dans la *Connaissance des Temps* pour 1915, a aussitôt montré que les éléments obtenus ressemblaient à ceux de (193) Ambrosie, planète découverte en 1879 par M. Coggia et qui, n'ayant jamais été revue depuis cette époque, était considérée comme perdue. Nous avons alors examiné de plus près la chose et reconnu que les deux astres sont bien identiques.

Les meilleurs éléments de (193) Ambrosie que nous possédions, calculés par M. Berberich, sont les suivants :

Époque 1879, *mars* 1,5 (temps moyen de Paris).

M	63°.50′.42″	
ω	77. 7.22	Équinoxe moyen 1910,0.
Ω	351.35. 7	
i	12.12.21	
φ	17.29.24	
μ	843″,429	
Log *a*	0,415972	

Si l'on corrige M de $+9°57'$ on obtient avec ces éléments les positions, pour minuit de Paris, indiquées ci-dessous avec les écarts entre ces positions et les observations de M. Comas Solá :

1915,0.	Æ.	Décl.	O — C.	
	h m s	° ′	s	′
Septembre 15	0.19.46	+5.44,7	—14	+22,3
» 27	0. 6.41	+6.11,5	0	+18,9
» 28	0. 5.32	+6.13,2	0	+19,0

Si l'on considère que la première observation n'a été donnée qu'au dixième de minute de temps et à la minute d'arc, on peut dire que le mouvement de la planète concorde exactement avec celui de (193) Ambrosie. La distance à l'orbite, 19′ en déclinaison, n'est pas surprenante pour une planète qui n'a pas été observée depuis 36 ans. L'écart en longitude géocentrique, entre la position donnée par les éléments et l'observation, est de 24°0′; il était donc difficile de retrouver la planète.

Avec la correction de M, ci-dessus indiquée, on obtient, pour 1915,0 et pour minuit, temps moyen de Paris, l'éphéméride suivante, qui pourra permettre de suivre cet astre, en ayant soin de corriger la déclinaison de $+19'$ environ.

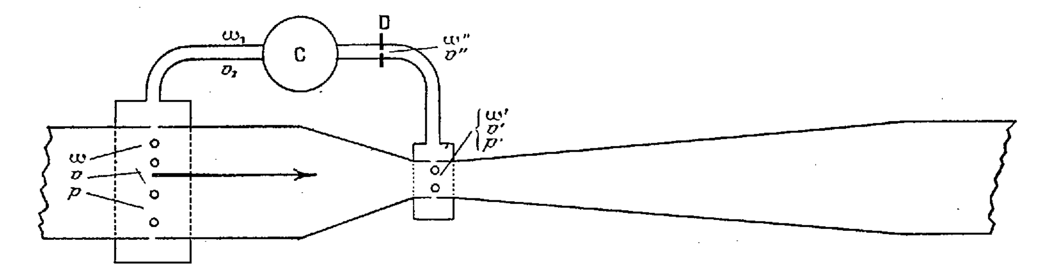
1915.	Æ.	Décl.
	h m s	° ′
Septembre 28..	0. 5.32	+6.13,2
Octobre 4....	23.58.37	+6.22,4
» 10....	23.51.58	+6.30,0
» 16....	23.45.57	+6.37,6
» 22....	23.40.52	+6.46,2
» 28....	23.36.56	+6.57,0
Novembre 3...	23.34.18	+7.10,8
Novembre 9..	23.33. 2	+7.28,6
» 15..	23.33.10	+7.50,7
» 21..	23.34.40	+8.17,7
» 27..	23.37.28	+8.49,6
Décembre 3..	23.41.28	+9.26,4
» 9..	23.46.36	+10. 8,0

HYDRAULIQUE. — *Sur l'emploi du tube de Venturi pour la mesure directe du débit d'une conduite.* Note (¹) de M. J. **Dejust**, présentée par M. Émile Picard.

Le tube de Venturi est déjà employé pour la mesure du débit d'une conduite, mais cette mesure n'est qu'indirecte, car elle se fait par l'intermédiaire de la différence des pressions qui existent entre la grande et la petite section du venturi et par l'emploi d'intégrateurs.

La méthode que nous allons exposer est une méthode directe, qui a le grand avantage de ne nécessiter que *l'emploi d'un compteur ordinaire de calibre beaucoup plus faible que celui de la conduite.*

Elle consiste simplement, comme l'indique le croquis ci-dessous, à placer, sur une dérivation établie entre la section d'entrée ω et la section



étranglée ω' du venturi, un compteur ordinaire C et un diaphragme D percé d'un orifice ω''.

Soient v et p la vitesse et la pression du fluide dans la section d'entrée ω; v' et p' la vitesse et la pression du fluide dans la section étranglée ω'; ω_1 et v_1 la section de la dérivation et la vitesse qu'y possède le fluide.

Le débit de la dérivation a pour expression

$$q = k\omega''\sqrt{2g\left(\frac{p-p'}{\omega} - \eta\right)}, \tag{1}$$

η désignant la somme des pertes de charges de la dérivation, qui sont : $\zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}$ dans la canalisation et dans le compteur, et $\zeta'' \frac{v''^2}{2g}$ à travers le diaphragme.

(¹) Séance du 11 octobre 1915.

Or le théorème de Bernoulli donne la relation

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\varpi} = \frac{v'^2}{2g} + \frac{p'}{\varpi} + \zeta \frac{v'^2}{2g},$$

d'où l'on tire, en tenant compte de l'équation de continuité $\omega v = \omega' v'$,

$$\frac{p - p'}{\varpi} = \frac{v^2}{2g} \left[\frac{\omega^2}{\omega'^2} (1 - \zeta) - 1 \right].$$

L'équation (1) peut donc s'écrire

$$q = k \omega'' v \sqrt{\frac{\omega^2}{\omega'^2}(1 - \zeta) - 1 - \zeta_1 \frac{v_1^2}{v^2} - \zeta'' \frac{v''^2}{v^2}}.$$

Comme le débit de la conduite a pour valeur $Q = \omega v$, le rapport ρ, qui existe entre ce débit et celui de la dérivation, a pour expression

$$\rho = \frac{\omega}{k \omega'' \sqrt{\frac{\omega^2}{\omega'^2}(1 - \zeta) - 1 - \zeta_1 \frac{v_1^2}{v^2} - \zeta'' \frac{v''^2}{v^2}}}.$$

Or, les coefficients ζ, ζ_1 et ζ'' sont constants; la vitesse v_1 peut être rendue aussi faible qu'on le veut en agissant sur la section ω_1 et le coefficient ζ'' peut être réduit à une très faible valeur par l'emploi de diaphragmes appropriés. Il en résulte que les termes $\zeta_1 \frac{v_1^2}{v^2}$ et $\zeta'' \frac{v''^2}{v^2}$ peuvent être rendus négligeables et que l'on peut alors considérer *le rapport* ρ *comme pratiquement constant*.

Nous avons vérifié la constance de ce rapport sur une conduite d'eau de $0^m,100$ de diamètre, pourvue d'un venturi à réduction de section dans le rapport de 1 à 16, d'une dérivation de 20^{mm} de diamètre, d'un compteur à orifice de 12^{mm} de diamètre et d'un diaphragme dont l'orifice était calculé de manière à donner au rapport ρ la valeur 100, c'est-à-dire de telle façon que le compteur indiquât la centième partie du débit de la conduite. En faisant varier dans la conduite la vitesse de l'eau de $0^m,16$ à $1^m,23$, le rapport a varié de 103,82 à 105,53, c'est-à-dire de 1,65 pour 100 par rapport au nombre le plus faible. Si l'on adopte, dans l'espèce, comme rapport, la moyenne de ces deux nombres, soit 104,675, l'erreur maximum sera de 0,82 pour 100 en plus ou en moins du débit réel, c'est-à-dire négligeable.

Dans les applications, où le diamètre des conduites varie de $0^m,10$ à 3^m, il faut pouvoir tarer le compteur, c'est-à-dire vérifier le rapport de proportionnalité, quel que soit ce diamètre. Or, si l'on considère deux conduites

de diamètres D et D′, munies de venturis *semblables* et de deux dérivations *identiques*, la même vitesse de fluide donne dans les conduites deux débits différents Q et Q′, mais elle donne, au contraire, le même débit q dans les deux dérivations ; on a donc les deux relations

$$q = \frac{Q}{\rho} = \frac{Q'}{\rho'},$$

d'où

$$\rho' = \rho \frac{Q'}{Q} = \rho \frac{D'^2}{D^2}.$$

Il suffit, par suite, de placer la dérivation à tarer, munie de son compteur et de son diaphragme, sur une conduite de diamètre D′ et de vérifier que l'on a le rapport ρ' sur cette conduite, pour que l'on ait le rapport désiré ρ sur la conduite de diamètre D.

Lorsque cette méthode est appliquée à l'eau, il faut placer le venturi horizontalement et la dérivation dans le plan horizontal passant par l'axe du venturi pour éviter tout cantonnement d'air dans le compteur ; il faut aussi placer, au-dessus de la section d'entrée du venturi, une ventouse automatique pour que l'accumulation d'air dans cette section ne modifie pas la valeur du rapport ; enfin, il est bon de placer, entre la conduite et l'origine de la dérivation, un récipient de décantation pour éviter l'obstruction de l'orifice du diaphragme par les impuretés que pourrait contenir l'eau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Des chaleurs de saturation de quelques sels alcalins.* Note de M. **Albert Colson.**

La chaleur dégagée par une molécule de sel passant à l'état de dissolution saturée, à température constante T, a été déterminée par la méthode décrite dans ma dernière Note (p. 414), en observant surtout l'identité des conditions qui permet la comparaison des nombres trouvés.

Comme dans le cas du sel marin, la détermination préliminaire des chaleurs de dissolution, en liqueurs étendues, prouve que ces quantités varient beaucoup aux environs de 15°, même quand la dilution est notablement supérieure au taux d'une molécule dans 2^l.

Voyons par exemple le cas de l'azotate de potasse.

Azotate de potasse. — Des solutions de 5^g et de 10^g dans 400^{cm^3}, soit une

molécule dans 8^l et dans 4^l d'eau, à la température moyenne T°, provoquent les refroidissements F ci-dessous :

	Température moyenne T.		
	5°,50.	13°,50.	18°,50.
Eau : 8^l. Chaleur moléculaire F (en frig.)...	9197	8858	8724
Eau : 4^l. Chaleur moléculaire F (en frig.)...	9050	8730	8612

Les chaleurs moléculaires de dilution correspondantes f, c'est-à-dire les chaleurs observées quand on dilue la molécule saturée à T° dans 8^l et 4^l d'eau, sont également négatives :

	Température moyenne T.	
	13°,50.	18°,50.
Eau : 8^l, f (en frig.)..........	1714	1768
Eau : 4^l, f (en frig.).........	1582	1667

De ces Tableaux on tire les chaleurs de saturation $F - f$:

A 13°,5 ...	$8858 - 1714 = 7144$ frig.	$8730 - 1582 = 7148$	moyenne 7145 frig.
A 18°,5 ...	$8724 - 1768 = 6956$ »	$8612 - 1667 = 6945$	» 6950 »

Chlorure de potassium. — L'étude des dissolutions de ce sel dénote l'existence d'un régime invariable à température fixe pour les grandes dilutions. Voici comment j'ai été conduit à observer ce fait.

En partant d'une même température, l'addition de 5^g de KCl à 400^{cm^3} d'eau provoque un abaissement de 0°,805; celui-ci devient 1°,640 pour la dissolution de 10^g KCl dans 400^{cm^3} d'eau, supérieur au double du nombre 0°,805 obtenu en solution étendue. Ce résultat est en opposition avec ceux qui ont été précédemment constatés; de plus il est incompatible avec la constitution des corps dissous, comme je le montrerai en temps et lieu. J'ai pensé qu'en liqueur concentrée, la température moyenne s'étant elle-même abaissée de 0°,40, il fallait chercher dans cet excès de refroidissement la cause de ce singulier effet thermique. J'ai alors mesuré le refroidissement provoqué par la dissolution de 5^g de KCl dans 400^{cm^3} d'eau, après avoir réchauffé jusqu'à la température initiale le liquide qui contenait déjà 5^g de KCl. L'abaissement, comme la température moyenne, est resté le même qu'en liqueur étendue, soit 1°,605 pour 10^g de KCl, et non plus 1°,640.

Cette constance dénote pour le chlorure de potassium l'existence du régime permanent que nous n'avons pas trouvé sur le sel marin, et qui se marque ici pour le taux d'une molécule dissoute dans 3^l d'eau. A l'appui de cette assertion, je citerai quelques-unes de mes déterminations :

	Température moyenne T.			
	5°,50.	12°,50.	17°,90.	21°,10.
Eau : $\frac{1}{6}$ (en frigories).......	4900	4710	4547	4395
» $\frac{1}{4}$..................	»	»	4545	»
» $\frac{1}{3}$..................	4905	4714		

On voit que pour une différence de 15° la chaleur moléculaire en dissolution étendue varie de 10 pour 100, mais qu'elle reste constante à température fixe. C'est l'état de régime à T°.

Quant aux dilutions, en brisant dans 400^{cm^3} d'eau à 12°,60 une ampoule renfermant 25^{cm^3} de solution saturée, j'observe un abaissement de température de 0°,16. En répétant identiquement cette opération sur une ampoule renfermant 50^{cm^3} de la même dissolution, je constate un abaissement de 0°,30 qui correspond exactement dans les deux cas au refroidissement moléculaire $f = 708$ frigories.

J'ai trouvé d'autre part $f = 810$ frigories à 6°,60 et $f = 653$ frigories à 17°,80.

De ces nombres on tire pour la valeur $L = F - f$ de la chaleur de saturation moléculaire : $L = 4082$ frigories à 5°,50; 4001 à 12°,5; 3890 à 17°,9.

Chlorure d'ammonium. — En cassant dans 400^{cm^3} d'eau à 22°,76 une ampoule renfermant 5^g de chlorhydrate d'ammoniac sec, j'ai observé un abaissement de 0°,88 qui, rapporté à la molécule, correspond à 3825 frigories pour la température moyenne $T = 22°,30$.

Ce sel, lui aussi, présente un régime permanent à température fixe. Pour mettre à la fois en lumière ce fait et la nécessité de rapporter les nombres à la température moyenne, j'ai dissous la molécule AzH^4Cl dans 2140^{cm^3} d'eau. La température initiale 15°,80 s'étant abaissée de 1°,85, la température moyenne est sensiblement $T = 14°,90$. D'autre part, j'ai dissous $0^{mol},5$ d'AzH^4Cl dans 2140^{cm^3} d'eau à 15°,40; le refroidissement 0°,925 est exactement la moitié du précédent, et corrélativement la température moyenne est restée aux environs de 14°,90.

Réchauffé de nouveau vers 15°,40, le liquide additionné de $0^{mol},5$ d'AzH^4Cl s'est refroidi encore exactement de 0°,925. Donc : que dans 4120^{cm^3} d'eau, on dissolve 1^{mol} ou $0^{mol},5$ d'AzH^4Cl à la température moyenne 14°,90, le refroidissement moléculaire est identique et égal à 4045 frigories.

Pareillement, 25^{cm^3} d'une solution saturée à 15° provoquent un abaisse-

ment de 0°,06 par dilution dans 400^{cm^3} d'eau à 15°,24; tandis que 50^{cm^3} dilués dans les mêmes conditions provoquent un abaissement de 0°,115, ce qui pour 1^{mol} correspond à $f = 194$ frig. De ces déterminations on tire, pour les valeurs des chaleurs moléculaires :

$$L - f = 4045 - 194, \quad \text{soit} \quad 3851 \text{ frig. à } 14°,90,$$
$$L - f = 3825 - 111, \quad \text{soit} \quad 3714 \text{ » à } 22°,30.$$

Conclusions. — Les *chaleurs de saturation* entre 5° et 21° varient au moins de 7 pour 100. Ces variations sont, toutefois, moindres que celles des *chaleurs de dissolution* à l'état permanent, c'est-à-dire au moment où ces dernières deviennent indépendantes de la dilution à température fixe, et c'est à tort que l'on considère comme des *constantes* les chaleurs de dissolution des Tables thermochimiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de la cryoscopie à l'analyse chimique.* Note de M. **Maurice Drapier**, présentée par M. Villard.

Le dosage d'un corps organique dans les mélanges complexes que nous offrent en général la nature et l'industrie est le plus souvent une opération très délicate pour ne pas dire impossible. Les constituants de ces mélanges présentent fréquemment entre eux de telles similitudes de constitution et, partant, de propriétés, que les méthodes chimiques sont mises en défaut et que les mesures physiques elles-mêmes (courbe de distillation, densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire, température critique de dissolution, etc.), utilisables dans le cas de mélanges binaires ou du moins très simples, ne donnent guère que des indications très peu sûres et en tout cas peu précises.

Bien que les mesures cryoscopiques soient depuis longtemps de pratique courante dans les laboratoires, il ne semble pas qu'on en ait tiré, au point de vue de l'analyse, le parti qu'elles offraient. Il me paraît donc intéressant de signaler comment de telles mesures permettent, dans un grand nombre de cas, de tourner la difficulté signalée plus haut.

Deux cas peuvent être envisagés, selon que l'on a affaire à un mélange binaire ou à un mélange plus complexe.

Premier cas. — Bien que très particulier, ce cas se rencontre assez fréquemment dans la pratique : par exemple, chaque fois qu'on a isolé d'un complexe, par distil-

lation, un mélange de deux corps de points d'ébullition voisins et qu'on ne peut de la sorte isoler complètement.

Soit un mélange de deux corps A et B dont l'un puisse servir de dissolvant cryoscopique. La dissolution de p grammes de ce mélange dans P grammes de l'un des constituants purs, A par exemple, provoque un abaissement du point de congélation qui est proportionnel à la concentration du mélange en B. Le rapport de l'abaissement observé à l'abaissement qu'on obtiendrait en dissolvant p grammes de B pur dans P grammes de A donne immédiatement, en première approximation, la concentration du mélange en B.

On peut en général négliger le fait que le poids P est accru du poids de A contenu dans le mélange dissous. Cependant, quand le mélange étudié est pauvre en B, on est obligé, pour obtenir un abaissement cryoscopique appréciable, de dissoudre une quantité importante de mélange et l'augmentation de P n'est plus négligeable. On peut dans ce cas, par approximations successives, atteindre le résultat exact.

Deuxième cas. — Soit à déterminer la concentration du constituant A d'un mélange complexe des corps A, B, C, ...

La cryoscopie de π grammes de ce mélange dans P grammes d'un dissolvant quelconque étranger au mélange donne la relation

$$\Delta = \frac{100k}{P}\left(\frac{x}{M} + \frac{y}{M'} + \frac{z}{M''} + \ldots\right),$$

dans laquelle Δ désigne l'abaissement cryoscopique observé, k la constante cryoscopique du dissolvant; $x, y, z, \ldots$ les poids respectivement de A, B, C, ... contenus dans π grammes de mélange et M, M', M'', ... les poids moléculaires respectifs des corps A, B, C, ...

En représentant par M_1 le poids moléculaire moyen des corps B, C, ..., c'est-à-dire le rapport du poids de ces corps contenus dans π grammes de mélange au nombre de leurs molécules, cette équation prend la forme

$$(1) \qquad \Delta = \frac{100k}{P}\left(\frac{x}{M} + \frac{\pi - x}{M_1}\right).$$

La valeur de M_1 peut être obtenue en faisant la cryoscopie du mélange en employant comme dissolvant le corps A pur. On trouve ainsi la relation

$$(2) \qquad \Delta' = \frac{100k'}{P + x}\left(\frac{\pi - x}{M_1}\right),$$

où k' représente la constante cryoscopique du corps A et Δ' l'abaissement du point de congélation obtenu par la dissolution de π grammes du mélange dans P grammes de dissolvant.

En remplaçant dans (1) M_1 par sa valeur tirée de (2), on obtient

$$\Delta = \frac{100k}{P}\left[\frac{x}{M} + \frac{\Delta'(P + x)}{100k'}\right],$$

d'où

$$x = \frac{MP(k'\Delta - k\Delta')}{k(M\Delta' - 100k')}.$$

Si, comme on peut le faire généralement, on néglige x devant P, on trouve pour x la valeur un peu plus simple

$$\frac{MP(k'\Delta - k\Delta')}{100kk'}.$$

Les vérifications expérimentales que j'ai faites jusqu'ici de cette méthode m'ont donné les résultats les plus encourageants et permettent d'espérer que ce procédé de dosage pourra rendre de sérieux services. En effet, outre qu'il peut s'appliquer dans bien des cas où toute autre méthode fait défaut, il présente des avantages appréciables : une grande simplicité de matériel et une grande rapidité d'exécution.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'activité, au cours de la synthèse biochimique des alcoolglucosides β par la glucosidase β, des autres ferments qui l'accompagnent dans l'émulsine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **A. Aubry**, transmise par M. Jungfleisch.

L'émulsine des amandes est, comme l'on sait, un mélange de plusieurs enzymes. Jusqu'ici, on a pu y caractériser la glucosidase β, la lactase, la galactosidase β, la gentiobiase et la cellobiase ou cellase.

Dans la synthèse biochimique des alcoolglucosides β, c'est la glucosidase β qui intervient, combinant le glucose β avec l'alcool. La lactase et la galactosidase β ne pouvant exercer aucune action sont sans influence sur le processus synthétisant; mais on doit penser qu'il en est autrement pour la gentiobiase et la cellobiase.

La gentiobiase, en particulier, est le ferment de l'émulsine qui a permis de réaliser la synthèse du gentiobiose $C^{12}H^{22}O^{11}$. Cette synthèse a été obtenue en faisant agir l'émulsine dans une solution aqueuse de glucose.

Si donc l'action fermentaire de la gentiobiase n'est pas empêchée par les alcools (et elle ne l'est pas par les alcools polyvalents), et si l'on ajoute de l'émulsine à une solution de glucose dans un mélange d'alcool et d'eau, glucosidase β et gentiobiase vont exercer simultanément leur action synthétisante, donnant naissance la première à un alcoolglucoside et la seconde à du gentiobiose.

Bien que, jusqu'ici, on ne sache encore rien de précis sur la propriété

synthétisante de la cellobiase, que l'on sait seulement capable d'hydrolyser le cellose ou cellobiose, on peut cependant admettre que, comme la gentiobiase, elle possède les deux propriétés.

Il est donc permis de penser que si, à une solution de glucose dans un alcool plus ou moins dilué, on ajoute de l'émulsine, il se formera au moins trois composés différents. D'après ce que nous savons, il y aura d'autant plus de glucoside formé que l'alcool sera plus concentré, et il se formera d'autant moins des deux hexobioses que la proportion d'eau du mélange sera plus forte par rapport à la proportion de glucose.

Il nous a paru que, pour savoir dans quelle mesure la proportion d'eau peut être augmentée dans un mélange glucosidifiant sans trop nuire à la glucosidification de l'alcool, il fallait instituer une série d'essais dans lesquels l'émulsine serait ajoutée à des solutions aqueuses renfermant des proportions décroissantes de glucose, en commençant par une solution très concentrée. Voici comment ces essais ont été effectués :

On a préparé des solutions aqueuses de glucose renfermant, pour 100^{cm^3}, 70^g, 60^g, 50^g, 40^g, 30^g, 20^g, 15^g et 10^g de ce sucre anhydre. A chaque solution on a ajouté 1^g d'émulsine, puis on a abandonné les mélanges à la température du laboratoire.

Par suite de l'action synthétisante de la gentiobiase et vraisemblablement de la cellobiase, il s'est fait du gentiobiose et peut-être du cellobiose, et comme ces sucres ont un pouvoir rotatoire plus faible que celui du glucose ($\alpha_D = +10°,2$ pour le premier et $+34°$ pour le second), la rotation des liquides a diminué peu à peu. On a donc pu suivre au polarimètre l'ensemble des processus synthétisants jusqu'à leur arrêt.

Les résultats de ces observations sont consignés dans le Tableau suivant.

L'émulsine ajoutée représentait, pour $l = 2$, une rotation de $-16'$. Les chiffres inscrits sont, pour cette raison, les chiffres observés augmentés de $16'$, sauf pour les observations faites avant l'addition de l'émulsine.

	Rotations ($l = 2$).					
Glucose pour 100^{cm^3}.	Avant addition d'émulsine.	Après 14 jours.	Après 28 jours.	Après 48 jours.	Après 73 jours.	Diminution de la rotation.
g	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
70.........	+78. 8	+70.40	+68.16	+67. 4	+66.28	11.40
60.........	+66.40	+60.32	+59.12	»	+57.24	9.16
50.........	+54. 8	+49.20	+48. 8	+47.40	+47.40	6.32
40.........	+42.56	+39.48	+39.12	+39. 8	+38.40	4.16
30.........	+31.56	+30. 8	+29.48	+29.44	+29.44	2.12
20.........	+21. 8	+20.18	+20. 8	»	+20. 8	1
15.........	+15.46	+15.16	+15.14	»	+15.14	0.32
10.........	+10.32	+10.14	»	»	+10.14	0.18

On remarquera que les chiffres qui expriment la diminution de la rotation, jusqu'à l'équilibre, croissent en même temps qu'augmente la proportion de glucose et que diminue celle de l'eau, les deux causes intervenant dans le même sens.

Pour fixer les idées, supposons que la gentiobiase ait été seule à exercer son action synthétisante et calculons ce que, dans cette supposition, chacune des diminutions de rotation représente de gentiobiose formé et de glucose combiné [1]. On trouve ainsi :

Glucose pour 100cm³.........	10g	15g	20g	30g	40g	50g	60g	70g
Gentiobiose pour 100cm³.....	0,333	0,591	1,110	2,442	4,736	7,254	10,288	12,954
Glucose combiné pour 100...	3,50	4,14	5,84	8,56	12,46	15,27	18,04	19,48

Si l'on effectue ce même calcul en supposant que l'action synthétisante est le fait de la cellobiose seule, on trouve des chiffres beaucoup plus élevés; dans ce cas, pour le mélange contenant 70g de glucose pour 100cm³, la diminution de rotation correspondrait à la combinaison de 40,90 pour 100 en poids de glucose en dissolution. D'autres expériences tendent d'ailleurs à prouver que les proportions de glucose combiné sont intermédiaires.

D'autre part, des essais ont été effectués, ne différant des précédents que par l'addition à chaque mélange d'un volume sensiblement égal d'acétone. Par exemple, à 50cm³ d'une solution aqueuse contenant 10g de glucose anhydre, on a ajouté de l'acétone de façon à faire 100cm³. *Le mélange était donc à 20g de glucose pour 100cm³ du volume occupé par l'eau et le glucose.* Il a été additionné d'émulsine et, lorsque la réaction s'est arrêtée, la diminution de rotation *rapportée au volume eau-glucose* était de 1°, comme pour l'essai à 20g de glucose pour 100cm³ sans addition d'acétone.

Toutes ces expériences établissent que les hexobiases qui accompagnent la glucosidase β dans l'émulsine doivent, concurremment avec ce dernier ferment, exercer leur action spécifique dans les solutions de glucose dans les alcools. L'importance de cette action dépend des proportions réciproques de l'eau et du glucose qui entrent dans la composition de ces solutions, l'alcool étant sans influence sur l'équilibre à atteindre.

Cela est si vrai que, dans une expérience inédite portant sur la glucosidification du glycol par l'émulsine, en présence d'une forte proportion de glucose, le produit qui a cristallisé le premier a été du gentiobiose.

Aussi y a-t-il intérêt, dans la glucosidification des alcools, surtout des

(1) Ce calcul sera exposé dans un autre Recueil.

alcools polyvalents, dont les glucosides cristallisent difficilement, à opérer avec des mélanges dans lesquels la proportion de glucose relativement au volume occupé par l'eau et le glucose ne dépasse pas 15^{g} à 20^{g} pour 100$^{cm^3}$.

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1915. (Suite.)

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, nouvelle série, 30e livraison : *Les hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander*, par Maurice Lugeon; 45e livraison : I. *Geologische Untersuchungen zwischen Sempachersee und Oberem Zürichsee*, von Roman Frei; II. *Ueber die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden*, von H.-P. Cornelius; III. *Neue Beobachtungen aus dem Grenzgebiet zwischen Gotthard und Aarmassiv*, von Paul Niggli und Walter Staub. Berne, Stämpfli, 1914; 2 vol. in-4°.

Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, V. Lieferung : *Die naturlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz*. Bern-Zürich, Aschmann und Scheller, 1915; 1 vol. in-4°.

Internationale Erdmessung. *Astronomisch-Geodätische Arbeiten in der Schweiz*, herausgegeben von der Schweizerischen geodätischen Kommission; 14er Band : *Telegraphische Bestimmung der Längenunterschiede zwischen schweizerischen Sternwarten* (1912-1914). Zürich, Beer et Cie, 1915; 1 vol. in-4°.

République orientale de l'Uruguay. *Souvenir du Conseil national de Statistique aux Membres de la Mission spéciale du Gouvernement français présidée par M. Pierre Baudin*. Montevideo, Tipografia moderna, 1915; 1 vol. in-8°.

United States national Museum. *Proceedings*, t. 47. Washington, 1915 ; 1 vol. in-8°.

United States Commissioner of Fisheries. *Report for the fiscal year* 1913, by Hugh N. Smith. Washington, Government Printing Office, 1914; 1 vol. in-8°.

Astronomical Observatory of Harvard College. *Annals*, t. 77 : *Comparison of Catalogues*, by Arthur Searle. Cambridge, Mass., Observatory, 1914; 1 vol. in-4°.

Republica Dominicana. *Codigo organico y reglementario de educacion comun*, edicion official. Santo Domingo, La Cuna de America, 1915; 1 vol. in-8°.

Republica oriental del Uruguay. *Anuario estadístico*, libro XXIII, *años* 1911 *y* 1912. Montevideo, Tipografia moderna, 1915; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 octobre 1915.)

Note de M. *Lecornu*, Sur le flambement d'une tige courbe :

Page 431, ligne 14, *au lieu de* zéro à $2\pi K$, *lire* zéro à $2\pi R$.

Page 432, ligne 7 en remontant, *au lieu de* $\frac{l^2}{R^2} = \varepsilon$, *lire* $\frac{\rho^2}{R^2} = \varepsilon$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations astronomiques faites en France avant la fondation de l'Académie des Sciences.* Note de M. G. Bigourdan.

A l'époque où nous sommes arrivés (1), l'Astrologie avait encore beaucoup d'adeptes, et l'on rencontrait des astrologues dans toutes les Cours : c'est pour ceux dont elle s'entourait que Catherine de Médicis fit élever dans son Hôtel, devenu plus tard celui de Soissons, une colonne de 80 pieds de haut (2) qui aujourd'hui est adossée à la Bourse de Commerce, récemment élevée sur l'emplacement de la Halle aux blés.

Cependant la solution du problème des longitudes se faisait attendre, malgré les récompenses promises de divers côtés. C'est dans ces conditions qu'eut lieu, au commencement du xvii[e] siècle, l'invention des lunettes, immédiatement suivie de la découverte des satellites de Jupiter, qui promettaient une solution pratique du célèbre problème.

---

(1) Voir page 289 de ce Volume.

(2) Ce monument, célèbre et bien conservé, fut construit par Jean Bullant; il est figuré en détail au Tome II de l'Atlas de la *Statistique monumentale de Paris* de A. Lenoir (Paris, 1867; in-folio). Grâce à des circonstances exceptionnelles, il nous est parvenu intact, à la même place, jusqu'à ce jour, n'ayant subi d'autre modification que l'apposition d'un cadran solaire spécial, imaginé par Pingré qui en a donné la description en 1764 (*Mémoire sur la colonne de la Halle aux blés, et sur le cadran cylindrique qu'on a construit au haut de cette colonne*, Paris, in-4°).

C'est aussi sous l'influence de la fermentation ainsi produite que paraissent, en Provence surtout, divers observateurs dont les projets, ébauchés seulement, furent réalisés un demi-siècle plus tard par les premiers astronomes de l'Académie des Sciences.

L'Astronomie a toujours été en honneur en Provence : c'est là que naquit Pythéas. Au Moyen Age on y compta de nombreux astrologues ; même certains auteurs de Tables astronomiques, comme Rabbi Emmanuel [1], de Tarascon, qui paraît avoir vécu du XIIe au XIIIe siècle, avaient choisi Arles comme origine de leur premier méridien ; et plus tard on trouve dans cette ville quelques autres observateurs, comme Dorosseus qui y détermine la déclinaison magnétique en 1600, — d'autres qui cherchent à voir Mercure sur le Soleil en 1631, — Davizard qui y observe l'éclipse de Lune du 27 décembre 1703, comme il est dit dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* de 1704.

Le célèbre Nostradamus, astrologue et médecin de Charles IX, était de Salon, en Provence; enfin c'est là aussi que naquirent Peiresc, Joseph Gaultier prieur de la Valette, Gassendi, etc., dont nous allons indiquer les travaux.

Fabri de Peiresc. — Nicolas-Claude Fabri, connu sous le nom de *Peiresc* qui est celui d'une de ses terres, naquit le 1er décembre 1580 à Belgentier, entre Hyères et Toulon. Sa famille, déjà ancienne, avait acquis peu à peu les terres de Callas, de Peiresc, de Rians, de Valavez, etc.; en outre, depuis un demi-siècle, trois de ses générations successives s'étaient transmis la charge de conseiller au Parlement de Provence.

Il perdit sa mère en 1682, à la naissance de son frère Palamède, qui porta le nom d'une autre terre patrimoniale, Valavez. Son père était de même sieur de Callas.

Les guerres et la peste imposèrent à cette famille plusieurs déplacements; aussi le jeune Nicolas fréquenta-t-il divers des collèges fort nombreux établis dans la province ou aux alentours, ceux de Brignoles, de Saint-

---

(1) Suivant l'usage de l'époque, Rabbi Emmanuel avait donné à ses tables astronomiques le nom fort pompeux d'*Aisles d'Aigle*. Peiresc eut communication de ces tables par le rabbin Azubi et avait trouvé qu'elles indiquaient assez bien les circonstances de l'éclipse de soleil du 8 avril 1633.

Maximin, d'Aix, d'Avignon et de Tournon. Les deux frères, Peiresc et Valavez, poursuivirent ensemble leurs études, l'aîné guidant le cadet; et ainsi s'établit entre eux cette conformité de goûts, cette complète intimité qu'aucun nuage ne devait jamais troubler.

Aux études classiques succédèrent celles du droit, poursuivies à Aix, puis à Avignon, et enfin, en 1600, à Padoue; Peiresc connut là Galilée, alors professeur à l'Université de cette ville.

En même temps il parcourut les principales villes d'Italie, étudiant leurs monuments et se liant avec un grand nombre de savants.

Après avoir encore passé quelques mois à Montpellier, pour achever son droit et cultiver les sciences, à la fin de 1603, Peiresc rentre à Aix, où un brillant examen lui mérite le titre de docteur en droit.

Dès lors les portes du Parlement lui sont ouvertes, mais il n'y entre qu'en 1607, pour occuper la charge de conseiller que lui léguait son oncle. Dans l'intervalle, il séjourne quelque temps à Paris, visite l'Angleterre où il accompagne l'ambassadeur de France, puis les Pays-Bas, se liant encore partout avec les savants et les érudits.

A Aix, où il était enfin venu prendre possession de sa charge, il fut très apprécié par le premier président au parlement de Provence, le célèbre Guillaume du Vair, et vécut tout à fait dans son intimité. Aussi lorsque ce magistrat devint Garde des Sceaux (1616), il emmena avec lui, à Paris, le jeune conseiller, auquel, jusqu'à la fin (1621), il accorda toute sa confiance, d'ailleurs pleinement justifiée.

Peiresc se créa ainsi de solides et puissantes amitiés près du pouvoir, et obtint l'abbaye de Guîtres, en Guyenne (1618). Enfin, en 1623, après un séjour de 7 années à Paris, il revint habiter la Provence, qu'il ne quitta pour ainsi dire plus, partageant son temps entre l'étude et les devoirs assez lourds de conseiller au Parlement.

De bonne heure il entretint une correspondance étendue, qui alla toujours en se développant et qui finit par devenir écrasante; mais elle lui permettait de vivre, pour ainsi dire, avec ses nombreux amis [1] et de suivre le mouvement littéraire et scientifique de l'époque.

---

(1) La liste seule de ses correspondants serait déjà longue; outre des ministres, des cardinaux, etc., on y trouve Balzac, Barclay, Bignon, Boulliau, les Bourdelot, Casaubon, A. Duchesne, les Dupuy, Galilée, Gassendi, Grotius, Holstenius, Mersenne, Rigault, Saumaise, Pacius, Pinellus, Scaliger, les de Thou, Velser, etc.

Cette correspondance, récemment publiée (¹) en partie par Ph. Tamizey de Larroque (²) et par quelques autres savants (³), permet de suivre l'influence considérable exercée par Peiresc dans un grand nombre de directions, et particulièrement dans l'Astronomie. Il eut toujours la

---

(¹) Dans la Collection des *Documents inédits sur l'Histoire de France*. La partie publiée par Tamizey de Larroque comprend, comme première partie, les sept Volumes suivants :

I-III. *Lettres de Peiresc aux frères Dupuy* de 1617 à 1637. 3 vol.; 1888, 1890, 1892.

IV. *Lettres de Peiresc à Borrilly, à J.-J. Bouchard et à Gassendi. Lettres de Gassendi à Peiresc*, 1626 *à* 1637. 1 vol.; 1893.

V. *Lettres de Peiresc à Guillemin, à Holstenius et à Menestrier. Lettres de Menestrier à Peiresc*, 1610-1637. 1 vol.; 1894.

VI. *Lettres de Peiresc à sa famille et principalement à son frère*, 1602-1637. 1 vol.; 1896.

VII. *Lettres de Peiresc à divers*, 1602-1637. 1 vol.; 1898.

Pour abréger les indications bibliographiques, ces Volumes seront désignés par l'abréviation P.— C_1, suivie des chiffres I, II, ... pour indiquer les Volumes, et de la page.

Des abréviations, employées de même pour d'autres publications, sont indiquées après chacune de celles-ci, entre ( ).

D'autres lettres écrites à Peiresc par divers de ses correspondants se trouvent dans une série de 21 fascicules de Tamizey de Larroque, publiés de 1879 à 1897 sous ce titre général : *Les Correspondants de Peiresc*. (P. — C_2, I, II, ...)

Voici les noms de ces correspondants, avec le numéro du fascicule qui est relatif à chacun d'eux :

I. Dubernard. — II. César Nostradamus. — III. J.-J. Bouchard. — IV. Joseph Gaultier. — V. Cl. de Saumaise. — VI. Balthazar de Vias. — VII. Gabriel de l'Aubespine. — VIII. Le cardinal Bichi. — IX. Salomon Azubi. — X. Guillaume d'Abbatia. — XI. J. Tristan. — XII. P.-A. de Rascas de Bagarris. — XIII. Gabriel Naudé. — XIV. Samuel Petit. — XV. Th. d'Arcos. — XVI. Fr. Luillier. — XVII. Fr. de Galaup-Chasteuil. — XVIII. B. Borrilly. — XIX. Le P. Mersenne. — XX. Dr A. Novel. — XXI. J. et P. Bourdelot.

(²) Malheureusement, la mort a empêché Tamizey de Larroque de mener à terme la publication qu'il avait entreprise et qui, dans sa pensée, devait comprendre 10 Volumes, au lieu des 7 qui viennent d'être mentionnés sous l'abréviation P.— C_1, I, II, ..., VII. Espérons que d'autres achèveront cette publication, déjà si avancée.

(³) Des lettres de Peiresc ont été éditées par Ruelens et d'autres. Nous utiliserons plusieurs fois celles qui composent la publication suivante :

Apollinaire de Valence (le P.), *Correspondance de Peiresc avec plusieurs Missionnaires et Religieux de l'ordre des Capucins*, 1631-1637. Paris, 1892. (P.—Ap. de V.)

passion de l'étude; d'ailleurs esprit très ouvert, il s'intéressait à tout et fut presque encyclopédique, ce que l'état naissant de la plupart des sciences permettait encore de son temps.

Pour faciliter ses travaux, Peiresc s'était formé une « estude » comprenant une riche bibliothèque de livres et de manuscrits, des instruments, des curiosités naturelles, et surtout des médailles et des antiquités de tout genre. Loin de cacher ses trésors pour en jouir seul, en « mange seulet » selon sa pittoresque expression, il les mettait très généreusement à la disposition de ses amis, non seulement par prêt, mais par don : il cite quelque part un volume d'éphémérides dont il avait acheté 7 à 8 exemplaires et dont il n'avait plus un seul pour obliger un savant qui le cherchait. Pour continuer de vivre de loin avec ses amis, il en avait fait peindre les portraits, tous de grandeur sensiblement uniforme, et en avait orné son « estude ».

Converser avec ses amis et les servir, fut en effet une des grandes passions de sa vie; et les puissants appuis qu'il s'était ménagés, en cour de Rome comme à la cour de France, lui permit d'obliger beaucoup de savants. Nulle maison ne fut plus hospitalière que la sienne, bien située d'ailleurs entre la France et l'Italie, et où tout savant était retenu le plus longtemps possible [1]; nous le verrons y exercer aux mesures astronomiques un assez grand nombre d'observateurs.

Dans l'esprit de Peiresc, ses recherches, ses travaux si variés, devaient aboutir à « servir le public »; en fait il n'a rien publié sous son nom, mais il eut une grande part dans la publication de nombreux ouvrages de ses amis, devant lesquels il s'effaçait en leur laissant tout l'honneur [2].

Outre le peu d'importance qu'il attachait à publier, lui-même, les études

---

[1] Dans un moment où il était méconnu, calomnié, menacé même, Peiresc a retracé ce qu'il avait fait pour « l'honneur et l'avantage du païs.... ». Voir sa lettre écrite le 28 octobre 1630 à Corberan, le fidèle serviteur dont nous aurons à reparler (P. — C_1, VII, 966-971).

[2] Un tel désintéressement est si rare qu'il est bon de l'entendre affirmer par un juge indiscutable. L. Delisle a dit de lui qu'il fut « un amateur de génie, qui a longuement contribué au progrès des connaissances humaines et qui a poussé jusqu'aux dernières limites la modestie, le désir d'obliger, la curiosité, le goût du beau, la passion de la lecture et l'amour désintéressé de la science ». Une liste sommaire des documents écrits réunis par Peiresc se trouve à la fin de la 3e édition (La Haye, 1655) de sa vie latine par Gassendi.

multiples qu'il embrassait, et sa manière de travailler, expliquent pourquoi il n'a rien publié sous son nom. Le 22 février 1634 il écrivait à Gassendi : « Je suis tellement assassiné de mille endroits que je ne sçay où me tourner la plus part du temps. » Et ailleurs il cite un travail assez avancé, à la rédaction duquel il a travaillé un seul jour, sans pouvoir retrouver ensuite quelques heures pour le terminer.

En somme, il consacra sa vie à réunir d'immenses matériaux, et la mort l'enleva avant qu'il pût les mettre en œuvre. Contemporain du chancelier Bacon, il lui ressemble par bien des côtés et peut être mis au nombre de ses premiers disciples. Doué d'un sens profond de l'observation, d'un jugement sûr, il rejette sans bruit la méthode syllogistique d'Aristote, dont on abusait tant alors, et prône de tout « vérifier sur le grand Livre de la Nature ou du Ciel mesmes, qui n'est pas subject à errer, comme l'escriture des livres qui ont esté si souvent coppiez et transcrits bien négligemment quelque foys ». Aussi Cl. Saumaise pouvait lui écrire, le 1[er] juin 1635 :

« Il faut avouer que vous dominés sur tous les autres hommes du monde en cette estude de l'antiquité, d'autant que vous avés joint la pratique à la théorie. La pluspart de nos scavants n'ayant exercé que l'une des parties, et s'estant contenté de scavoir ce que les livres leur en pouvoient apprendre, qui n'est rien au prix de ce que les choses mesmes nous enseignent lorsque nous venons à les mettre sous nostre veue, les tenir et manier dans nos mains. Je scais bien moi mesme à quoi m'en tenir, et je n'ai que prou essayé par ma propre expérience, combien est fautive et fallacieuse la science que j'en pesche dans les anciens auteurs qui ne traitent jamais à escient, et de propos délibéré, de ces matières, qui leur estoient connues et triviales, non plus que nous ne faisons aujourd'hui en nos escrits de nos vestements et ustancilles... »

Peiresc fut loué dignement par Gassendi, mais en latin (¹), de sorte que son nom n'était guère connu. Cet oubli est heureusement réparé aujourd'hui, surtout depuis l'impression de sa correspondance; et une bibliographie complète de ce qui a été publié sur lui dans ces dernières années serait déjà longue.

(¹) *Viri illustris Nicolai Claudii Fabricii de Peiresc, Senatoris Aquisextiensis Vita.* Paris, 1641, in-4°; — 3e édition, La Haye, 1655, in-4° (P. — *Vita*). Une traduction libre et abrégée forme l'Ouvrage suivant :

REQUIER, *Vie de Nicolas-Claude Peiresc, conseiller au Parlement de Provence.* Paris, 1770, in-12 (P. — *Vie*).

On a considéré en lui l'amateur (¹), l'archéologue (²), le bibliophile (³), l'historien, l'humaniste, le jardinier (⁴), le naturaliste (⁵), le numismate (⁶), l'orateur (⁷), etc. On pourrait le montrer encore sous d'autres aspects, car, outre l'Astronomie, il s'occupa aussi d'agriculture, d'anatomie, de botanique, de chimie, de cristallographie (⁸), de géologie, de physique du Globe (météorologie, magnétisme terrestre, marées, etc.). Toute sa vie il réunit de nombreux documents sur les poids et mesures et sur l'histoire de sa province, sans négliger la réforme de son abbaye. Toujours modéré, il a souvent cherché à réconcilier les savants, et cependant il dut soutenir plusieurs procès pour son propre compte. Mais nous ne voulons indiquer ici que ce qu'il a fait pour l'Astronomie, la Géographie et la Physique du Globe, ou plutôt comme protecteur de ceux qui se livrent aux observations relatives à ces sciences; car, retenu par une santé délicate, il était généralement empêché de s'exposer à l'air froid.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des nitrates alcalins en partant du nitrate de chaux*. Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch**.

Au début de la guerre, l'un de nous avait été consulté sur les procédés à employer pour la préparation des nitrates alcalins par réaction du nitrate

(1) L. Delisle, *Un grand amateur français du* XVIIe *siècle, Fabri de Peiresc* (*Annales du Midi*, t. 1, 1889, p. 16-34). A la suite on trouve (p. 35-46) le *Testament de Peiresc*, avec une Introduction de M. Ph. Tamizey de Larroque.

(2) Ch. Joret, *Fabri de Peiresc humaniste, archéologue, naturaliste*. Aix, 1894, in-8.

(3) Anonyme (Paul Arbaud), *Peiresc bibliophile*. Aix, 1871, in-8.

Fêtes de Peiresc, 10 et 11 novembre 1895. *Discours, Toasts, Rapports et Lectures*. Aix, 1896.

(4) Ph. Tamizey de Larroque, *Deux jardiniers émérites : Peiresc et Robin*. 1896, in-8. — Ph. Tamizey de Larroque et A. Mouttet, *Autour de Peiresc*, in-8.

(5) Ph. Tamizey de Larroque, *Notes inédites de Peiresc sur quelques points d'histoire naturelle*. 1896, in-8.

(6) M. Prou, *Fabri de Peiresc et la numismatique mérovingienne* (*Annales du Midi*, t. 2, 1890, p. 137-169).

(7) Ph. Tamizey de Larroque, *Peiresc orateur*. Carpentras, 1897.

(8) Une longue lettre écrite par lui à Gassendi, le 12 juillet 1635 (P. — C_1, IV, 518) est principalement consacrée à la cristallisation, à la manière dont elle s'effectue, etc., et il cherche à deviner la forme des plus petits éléments de la matière, de la molécule.

de chaux de Norvège sur les sulfates alcalins. La question ayant perdu aujourd'hui tout intérêt pratique, nous croyons pouvoir publier les résultats de nos recherches.

Au point de vue purement chimique la réaction est très simple,

$$(NO^3)_2Ca + SO^4(NH^4)_2 = 2NO^3NH^4 + SO^4Ca.$$

D'après les lois de Berthollet, cette réaction devient sensiblement complète par suite de la faible solubilité du sulfate de chaux. Mais la séparation du sulfate de chaux précipité est très difficile; à la température ordinaire, on obtient une pâte blanche à peu près impossible à filtrer. Il fallait trouver le moyen de précipiter le sulfate de chaux en cristaux volumineux, pouvant être séparés par simple décantation ou filtrés sans trop de difficulté.

Nous avons d'abord cherché à faire grossir les cristaux par séjour prolongé au contact des dissolutions, soit à la température ordinaire, soit mieux vers 100°. Les cristaux très fins, plus solubles que les gros cristaux, tendent à disparaître en allant accroître encore ces derniers. Cette différence de solubilité est sous la dépendance des tensions superficielles; elle peut se calculer facilement. C'est là un procédé d'un usage courant dans l'analyse chimique; on l'utilise pour faire grossir les précipités de sulfate de baryte, d'oxalate de chaux, etc., et les empêcher de passer à travers les filtres.

Les résultats ont été peu satisfaisants. En partant d'un mélange pâteux renfermant molécules égales des sels en réaction et un poids d'eau égal à la somme des poids de ces deux sels, on obtient une masse pâteuse (*fig.* 1) qui, après 24 heures à froid, commence à se liquater, laissant surnager une dissolution correspondant au quart de l'eau mise en expérience. Par chauffage à 100° pendant 2 heures 30 minutes, le résultat est un peu meilleur: on peut décanter le tiers de la quantité totale du liquide, mais le précipité, toujours très fin, ne se prête pas à la filtration. Cet insuccès pouvait d'ailleurs être prévu; dès que les cristaux atteignent un millième de millimètre, leur solubilité diffère à peine de celle des gros cristaux. On ne peut donc pas espérer obtenir ainsi des cristaux dépassant cette dimension. Cela suffit pour permettre de filtrer au laboratoire des précipités pesant quelques décigrammes, formant sur le filtre une couche de moins de 1^{mm}. Cela est tout à fait insuffisant quand il s'agit d'opérer sur des tonnes de matières, comme l'industrie doit le faire.

Notre seconde tentative, couronnée cette fois de succès, a eu comme point de départ un fait observé par l'un de nous au cours de ses recherches

sur le plâtre ([1]). En chauffant dans l'eau, en tube scellé à 150°, du sulfate de chaux précipité très fin, en cristaux invisibles, on retrouve après l'opération de grandes aiguilles, ayant jusqu'à 1^{cm} de longueur, constituées par l'hémihydrate du sulfate de chaux, $SO^4CaO, 5H^2O$. On obtient donc ainsi un grossissement considérable des cristaux.

En prenant la pâte obtenue par le mélange à molécules égales des deux sels additionnés de leur poids d'eau et la chauffant en vase clos à 150°, on

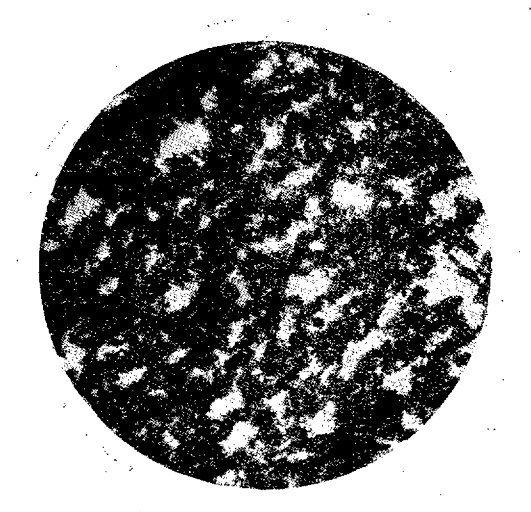


Fig. 1. — Précipité à froid.



Fig. 2. — Précipité cristallisé à 150°.

obtient très rapidement la même transformation. Le sulfate de chaux se présente alors sous forme d'une masse sableuse cristalline, réunie au fond du liquide et facile à décanter (*fig.* 2). La première décantation donna ainsi 78 pour 100 de la quantité théorique du nitrate d'ammoniac formé. Le dépôt, lavé avec un poids d'eau égal à celui qui avait été primitivement employé, abandonne encore 15 pour 100 du sel. Il restait alors dans les cristaux 7 pour 100 seulement du sel ammoniacal. On aurait pu, sans difficulté, le retirer par de nouveaux lavages. Le dépôt du précipité est tellement rapide qu'il suffit d'attendre 1 minute avant chaque décantation.

Cette transformation du précipité commence à se produire à partir de 120°; mais plus la température est élevée, plus les dimensions des cristaux s'accroissent, au moins jusqu'à 175°, limite supérieure des expériences.

([1]) H. Le Chatelier, *Recherches sur la constitution des mortiers hydrauliques*, p. 7 (Dunod, éditeur).

Après chauffage à cette température, on peut décanter dès la première fois plus de 80 pour 100 du liquide total.

Ce changement progressif et imprévu des cristaux par l'élévation continue de la température nous a engagés à rechercher si leur composition restait invariable.

A toute température, les cristaux examinés au microscope paraissent bien homogènes; ils sont de plus tous identiques entre eux. L'analyse a donné les résultats suivants :

Température	140°	150°	160°	175°
Molécule d'eau pour SO^4Ca	0,5	0,46	0,37	0,30

Ce seraient donc des cristaux mixtes de sulfate anhydre et de sulfate hémihydraté, de composition variable avec leur température de formation. Ce résultat concorde assez bien avec l'observation depuis longtemps faite que les cristaux d'hémihydrate sont tellement semblables à ceux du sulfate anhydre, que le simple examen microscopique permet difficilement de les distinguer.

Le point de transformation réversible, en présence de l'eau, du gypse ou du sulfate à 2^{mol} d'eau, en sulfate hémihydraté serait, d'après les recherches de Van't Hoff, de 107°. Cette température s'abaisse au contact des solutions salines proportionnellement à leur concentration. En présence de la solution de nitrate d'ammoniac correspondant aux concentrations indiquées plus haut, le point de transformation serait voisin de 90°. Il suffirait donc de chauffer un peu au-dessus de cette température pour pouvoir, au moins en théorie, provoquer la transformation du gypse. En fait, cette transformation est sujette à des retards considérables. La détermination des points d'équilibre, dans les expériences de Van't Hoff, a demandé des semaines entières, sans que dans aucun cas cependant on ait réalisé la transformation complète. Cela donne la raison de la nécessité de chauffer au moins à 120° pour obtenir la transformation dans des limites de temps acceptables.

Les cristaux d'hémihydrate obtenus ainsi par chauffage au-dessus de 100° se réhydratent progressivement, en donnant de grandes aiguilles de gypse, quand on les conserve à la température ordinaire au contact de la solution et plus rapidement encore au contact de l'eau pure. Le phénomène est beaucoup plus rapide lorsqu'on retire les cristaux du tube où ils se sont produits et qu'on les place sur le porte-objet du microscope; on peut alors suivre la vitesse d'hydratation en examinant la préparation à quelques

minutes d'intervalle. Au bout de peu de temps, les cristaux ont complètement disparu; la préparation s'est transformée en une masse de plâtre. En 24 heures, les tubes, chauffés à des températures comprises entre 120° et 130° et abandonnés ouverts, se sont totalement hydratés. Au contraire, les tubes chauffés entre 140° et 150° n'étaient que très incomplètement hydratés à cause des dimensions plus grandes des cristaux.

Il semble donc qu'il doit y avoir de ce fait une difficulté pour le lavage des cristaux et l'enlèvement des dernières traces de nitrate d'ammoniac qui les imprègne. En fait, on tourne facilement cette difficulté en utilisant précisément les retards aux transformations de ces hydrates. Vers 100°, l'eau n'exerce aucune action hydratante sur le sulfate de chaux, bien que le point de transformation réversible soit de 107°. Des cristaux obtenus par chauffage à 150° ont été maintenus dans l'eau ordinaire, chauffée à 100°, pendant 5 heures sans avoir présenté aucune trace d'hydratation. On peut donc effectuer les lavages à cette température sans avoir à redouter aucune complication du fait de l'hydratation.

L'emploi d'une température élevée pour l'accomplissement de la réaction présente encore un avantage de nature différente. A la température ordinaire, la solution de nitrate d'ammoniac obtenue est saturée de gypse; la solubilité du sel croît d'ailleurs rapidement avec la concentration de la solution. Le poids de sulfate de chaux mêlé ainsi au nitrate d'ammoniac peut atteindre 10 pour 100 environ du poids du sel. Aux températures élevées, la solubilité du gypse décroît rapidement; à 150° elle est sensiblement nulle. On arrive ainsi, en opérant à chaud et faisant les lavages rapidement, pour ne pas donner au sulfate le temps de se redissoudre, à obtenir du premier coup du nitrate d'ammoniac complètement exempt de sels de chaux.

Cette préparation du nitrate d'ammoniac donne un exemple typique du rôle prépondérant des phénomènes d'équilibre chimique et des retards aux transformations dans les opérations de la Chimie industrielle.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques particularités cristallographiques du nitrate d'aniline*. Note de M. **Fréd. Wallerant.**

Le nitrate d'aniline, orthorhombique à la température ordinaire, offre tout d'abord ceci de particulier que, cristallisé dans l'eau, il se présente en lamelles très aplaties suivant les faces g^1, plan de clivage facile et plan des

axes optiques; les faces m et $b^{\frac{1}{2}}$ sont, au contraire, très réduites. Cristallisé dans l'alcool, ce corps ne montre que les faces $b^{\frac{1}{2}}$; les cristaux sont des octaèdres parfaits sans trace des faces g^1. C'est donc un exemple de plus à ajouter à ceux très nombreux déjà connus, montrant que la fréquence et le développement d'une face dépendent essentiellement des conditions de cristallisation; c'est donc commettre une erreur que d'attribuer, d'une façon absolue, un ordre de fréquence aux différentes faces d'un corps cristallisé; cet ordre de fréquence n'est relatif qu'à des conditions de cristallisation déterminées et toutes les conséquences théoriques basées sur la considération de cet ordre de fréquence sont elles-mêmes entachées d'erreur.

D'autre part, le nitrate d'aniline est dimorphe : à la température de 97°,6, il se transforme en cristaux monocliniques, se maclant avec la plus grande facilité, suivant un plan sous l'influence de la pression. La transformation est réversible et indirecte; elle présente cependant une particularité curieuse qui pourrait la faire prendre pour une transformation directe. Si l'on chauffe à 97°,6 une lame de clivage orthorhombique, elle se transforme en fibres monocliniques ayant une orientation quelconque; mais, par refroidissement, la matière se transforme en reprenant sa première orientation : la lamelle de clivage redevient une lamelle de clivage parallèle au plan des axes optiques. Ce phénomène est probablement dû à ce que, dans l'air comme dans l'eau, ce sont les faces g^1 qui se forment le plus facilement.

La transformation s'accomplit sans surchauffe ni surfusion cristalline, avec un dégagement de chaleur assez notable pour être mis facilement en évidence. Si, en effet, on chauffe vers 110° une petite quantité de nitrate dans lequel plonge le réservoir d'un thermomètre et si on laisse refroidir, on voit la colonne mercurielle descendre régulièrement jusqu'à 97°,6 puis remonter de 3° environ et redescendre ensuite. Le phénomène pouvant être facilement projeté présente un certain intérêt didactique.

M. **Pierre Duhem**, faisant hommage ([1]) à l'Académie du troisième Volume de son *Système du Monde*, adresse la lettre suivante :

Le présent Volume de notre Traité sur *Le Système du Monde* est consacré à l'histoire de l'Astronomie latine au Moyen Age; mais il ne retrace pas,

([1]) Séance du 18 octobre 1915.

tant s'en faut, la totalité de cette histoire. Déjà, le Volume précédent s'achevait par un chapitre sur la Cosmologie des Pères de l'Église qui devait servir, en quelque sorte, d'introduction à cette histoire; et c'est seulement au quatrième Volume qu'on trouvera l'étude de l'Astronomie parisienne au XIV[e] siècle et de l'Astronomie italienne pendant les derniers siècles du Moyen Age.

L'initiation des Barbares à la Science commence, peut-on dire, avec Saint Isodore de Séville. Celui-ci ne dispose que d'une bibliothèque extrêmement restreinte; il ne connaît guère que les écrits des Pères de l'Église; le Scholiaste de Germanicus, l'*Astronomicon* d'Hyginus, Suétone enfin lui font seuls entendre quelques échos affaiblis de cette science profane qu'il voudrait révéler aux Visigoths.

Bientôt, les curieux de cette science en découvrent une nouvelle source; la connaissance de l'*Histoire naturelle* de Pline se révèle, tout d'abord, dans certains écrits relatifs aux marées; cette connaissance, parfois jointe à des observations personnelles exactes, nourrit les écrits du vénérable Bède. L'*Histoire naturelle* de Pline, jointe aux divers Traités d'Isidore de Séville et de Bède, suffira pendant très longtemps à défrayer la curiosité scientifique de certains auteurs peu soucieux de nouveauté; non seulement Rhaban Maur, mais encore, en plein XII[e] siècle, le *De imagine mundi*, composé par Honorius Inclusus, ne rechercheront pas de renseignements plus complets.

De bonne heure, cependant, les savants du Moyen Age ont connu d'autres documents de la Science antique; de ces documents, il en est trois dont l'influence s'est exercée avec une très grande force; ce sont : Le *Commentaire au Timée* de Platon, composé par Chalcidius; les *Noces de la Philologie et de Mercure*, écrites par Martianus Capella; enfin le *Commentaire* de Macrobe sur le *Songe de Scipion*, épisode inséré par Cicéron dans sa *République*. Dès 978, Helpéric, dans son *Traité du calendrier*, citait le *Commentaire au Songe de Scipion* et lui empruntait certaines théories astronomiques; bientôt l'Ouvrage de Macrobe faisait fureur, particulièrement dans les écoles de Chartres, où il inspirait l'audacieuse Cosmogonie de Thierry de Chartres.

Les trois écrits dont nous venons de parler concordaient par leurs tendances néo-platoniciennes; aussi contribuèrent-ils à donner une forme très caractéristique à l'enseignement des écoles chrétiennes d'Occident, jusqu'au jour où les traductions des Ouvrages conservés ou composés par les Arabes imposèrent, à cet enseignement, une orientation nouvelle.

Ces divers écrits néo-platoniciens s'accordaient, en particulier, pour exposer l'hypothèse astronomique d'Héraclide du Pont et mettre le Soleil au centre des circulations de Vénus et de Mercure. Aussi cette hypothèse était-elle admise par nombre de physiciens du Moyen Age : tel l'auteur du *De mundi constitutione* faussement attribué à Bède, tel Guillaume de Conches. On la retrouve encore, en plein XIIIe siècle, dans des écrits qui retardent sur la Science de leur temps, comme le *De proprietatibus rerum* de Barthélemy l'Anglais, et l'*Introductoire d'Astronomie* écrit en français, vers 1270, par l'astrologue de Baudouin de Courtenay. Mais tous les auteurs dont nous venons de parler avaient été précédés par Jean Scot Érigène ; celui-ci ne s'était pas contenté d'admettre l'hypothèse d'Héraclide du Pont; il l'avait étendue; autour du Soleil, il n'avait pas seulement fait circuler Mercure et Vénus, mais encore Mars et Jupiter; s'il n'eût, on ne sait pour quelle raison, excepté Saturne de cette circulation, il eût été vraiment le précurseur de Tycho Brahé.

L'hypothèse d'Héraclide du Pont disparut de la Science médiévale lorsque le système de Ptolémée s'en empara; après le XIIIe siècle, on ne la rencontre plus que dans la compilation de quelque érudit, par exemple dans le *Lucidator Astronomiæ* de Pierre d'Abano.

Le système de Ptolémée fut révélé aux Latins par la Science musulmane.

Dès le temps de Gerbert, partant avant l'an mille, les Chrétiens commencent à recevoir d'Espagne des traductions de traités astronomiques; les écrits qu'ils connaissent en premier lieu sont purement pratiques; ce sont des tables, ou bien des manuels relatifs à la construction et à l'usage de l'astrolabe. Mais, vers 1120, en traduisant le *De scientia stellarum* d'Al Battani, Platon de Tivoli révèle aux Chrétiens d'Occident le système de Ptolémée; en 1134, Jean Hispanensis de Luna traduit le *Liber in scientia astrorum* d'Al Fergani; enfin, en 1175, Gérard de Crémone traduit l'*Almageste;* en outre, à titre d'initiation au chef-d'œuvre de Plotémée, il compose sa *Theorica planetarum* dont, bien à tort, Tiraboschi et ses successeurs l'ont voulu dépouiller pour en faire honneur à Gérard de Sabbionetta.

Mais déjà ces Chrétiens d'Occident faisaient œuvre d'astronomes. Dès 1141, un auteur anonyme rédigeait, à Marseille, un *Liber cursuum planetarum;* c'était une transposition des *Tables de Tolède* au méridien de Marseille; elle était précédée de canons relatifs à l'usage des tables et d'une introduction remplie de très judicieuses remarques sur l'Astronomie d'observation. Les *Tables de Marseille* furent peut-être le point de départ de la tradition astronomique que maintinrent, à Marseille et à Montpellier,

Guillaume l'Anglais, de Marseille, Robert l'Anglais, de Montpellier, enfin Jacob ben Makir, plus connu sous le nom de Profatius Judæus.

L'Astronomie ptoléméenne se répandit, tout d'abord, sans difficulté; mais elle vit surgir de graves objections lorsque Michel Scot donna les traductions du *Traité du Ciel* et de la *Métaphysique* d'Aristote, des *Commentaires* d'Averroès sur ces deux Ouvrages, enfin, en 1217, de la *Théorie des planètes* d'Al Bitrogi (Alpétragius). Les Traités d'Aristote exposaient le système astronomique d'Eudoxe et de Calippe, exclusivement formé de sphères homocentriques à la terre, et le reliaient solidement aux principes essentiels de la Physique; les *Commentaires* d'Averroès critiquaient avec une extrême vivacité les hypothèses des excentriques et des épicycles; enfin, plagiat de quelque écrit composé par un néo-platonicien hellène, le livre d'Alpétragius prétendait, à l'aide de sphères homocentriques, rendre compte des phénomènes aussi parfaitement que le pouvait faire l'Astronomie de Ptolémée.

A ces objections contre le système de Ptolémée, les astronomes de profession demeurèrent à peu près indifférents; l'observation les assurait d'une manière irréfutable qu'un astre errant ne demeure pas toujours à même distance de la Terre; d'ailleurs, l'Astronomie d'Al Bitrogi n'avait pas été poussée jusqu'aux déterminations numériques détaillées et jusqu'à la construction de tables qui permissent de la soumettre au contrôle des faits; elle ne pouvait, au gré des adeptes de l'Astronomie, se mesurer avec les doctrines de l'*Almageste*.

Les philosophes de la nature, ceux qu'on nommait les *naturales*, étaient loin, pour la plupart, de partager cette confiance des mathématiciens. Bien que séduit par certains traits du système d'Al Bitrogi, Albert le Grand demeurait fidèle à la théorie des excentriques et des épicycles; il la défendait contre les critiques d'Averroès; mais Robert Grosse-Teste et Saint Thomas d'Aquin demeuraient en suspens entre l'Astronomie de Ptolémée et la Physique d'Aristote. Roger Bacon connaissait la même hésitation; en vain multipliait-il ses recherches, de plus en plus approfondies, sur les doctrines astronomiques; en vain s'instruisait-il des agencements d'orbes solides proposés par Ptolémée, aux *Hypothèses des planètes*, pour réaliser les mouvements décrits dans la *Grande syntaxe;* en vain reconnaissait-il que ces artifices faisaient évanouir une bonne part des objections averroïstes; il finissait par déclarer qu'il valait mieux se mettre en contradiction avec quelques résultats de l'observation que de délaisser les principes de la Physique péripatéticienne.

Franciscain comme Roger Bacon, Bernard de Verdun relevait vertement les propos déraisonnables de son confrère; avec fermeté, il revendiquait la certitude suprême de l'observation et la mettait au-dessus de tout raisonnement philosophique. Construite à l'aide des orbes solides imaginés par les *Hypothèses des planètes*, son *Astronomie* assurait, au sein des écoles franciscaines et de l'Université de Paris, le triomphe définitif du système de Ptolémée, c'est-à-dire de la doctrine qui représentait, à ce moment, la science physique sainement construite, celle qui développait ses hypothèses à l'aide de la Géométrie et soumettait ses conséquences au contrôle précis de l'observation.

Pendant que cette discussion se poursuivait, un autre débat passionnait astronomes et physiciens.

Pour rendre compte de la précession des points équinoxiaux, Hipparque et Ptolémée avaient attribué, à la sphère des étoiles fixes, une rotation uniforme, accomplie autour de l'axe de l'écliptique, et dirigée d'Occident en Orient; à cette rotation, Ptolémée attribuait une durée de 36000 ans. D'autres astronomes grecs avaient proposé de substituer un mouvement oscillatoire à cette rotation toujours dirigée dans le même sens; ces tentatives, déjà anciennes au temps de Théon d'Alexandrie, avaient atteint une forme achevée dans le *Tractatus de motu octavæ sphæræ* attribué, sans doute à tort, à Thâbit ben Kourrah; dans cet opuscule, la variation lente de l'obliquité de l'écliptique se trouvait reliée au mouvement d'*accès* et de *recès* qu'on attribuait à la sphère étoilée et aux apogées des astres errants; le système exposé par ce traité avait servi à la construction des *Tables de Tolède*.

Le *Tractatus de motu octavæ sphæræ* avait été, au XIIe siècle, traduit par Gérard de Crémone. Cet Ouvrage et les *Tables de Tolède* décidèrent les astronomes latins à préférer l'hypothèse de l'*accès* et du *recès* à celle d'Hipparque et de Ptolémée. Robert Grosse-Teste et, surtout, Campanus de Novare s'appliquèrent à l'exposer; Roger Bacon l'accueillit avec grande faveur.

Sous l'influence du *Liber de elementis*, Ouvrage arabe que les Chrétiens du Moyen Age croyaient être d'Aristote, Albert le Grand proposa d'attribuer un double mouvement à la sphère des étoiles fixes; outre le mouvement diurne, elle présenterait, à la fois, la rotation uniforme admise par Hipparque et Ptolémée, et le mouvement d'*accès* et de *recès* défini par le *De motu octavæ sphæræ* et par les *Tables de Tolède*. Albert se montrait bien inspiré, puisque l'hypothèse qui le séduisait était précisément celle

qu'allait adopter la version latine des *Tables Alphonsines*, celle dont les astronomes allaient user jusqu'à Copernic.

La théorie d'Albert le Grand trouva, dans l'ordre des Dominicains, des partisans convaincus, tels qu'Ulrich fils d'Engelbert, de Strasbourg, et, surtout, de Bernard de Trille; elle y rencontra aussi un adversaire acharné en la personne de Thierry de Freiberg, le génial initiateur de l'explication de l'arc-en-ciel.

Ouvert par les suppositions d'Albert le Grand, ce débat sur la théorie de la précession des équinoxes n'est pas clos par les écrits qu'analyse notre présent Volume. Durant les dernières années du XIIIe siècle, la version latine des *Tables Alphonsines* sera connue à Paris; la discussion, jusqu'alors renfermée, semble-t-il, dans les couvents dominicains, se répandra parmi les astronomes.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule II, 1912 (*Observations*), et le fascicule III, 1911 (*Pluies*), des *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations des rapports entre facules et taches solaires.* Note de M. **Henryk Arctowski.**

Désirant trouver la cause des variations climatiques, et plus particulièrement de celles de courte durée, que j'ai appelées variations *pléioniennes* (1) et *brachypléioniennes* (2), j'ai été tout naturellement amené à rechercher dans les phénomènes solaires des fluctuations d'un rythme analogue.

Je crois avoir trouvé dans les rapports par quotient entre facules et taches solaires des variations ressemblant suffisamment aux ondes thermopléioniennes équatoriales, du type d'Arequipa (3), pour qu'il me soit permis de présumer l'existence d'une corrélation de cause à effet.

(1) *L'enchaînement des variations climatiques.* Bruxelles, 1909.
(2) *Amer. Journ. of Sc.*, t. 37, 1914, p. 305.
(3) *Bull. Amer. Geogr. Soc.*, t. 44, 1912, p. 598.

Laissant pour le moment de côté la question des variations brachychrones, ainsi que la question des simultanéités entre manifestations solaires et terrestres, je vais me borner à établir dans cette Notice le fait de l'existence d'une variation solaire qui, malgré son évidence frappante, semble n'avoir encore jamais été remarquée.

Je me suis servi des observations de Greenwich. J'ai pris les moyennes corrigées, des ombres et facules, des rotations solaires 275 à 805, c'est-à-dire des valeurs observées de 1875 à 1913. J'ai formé les moyennes consécutives par dix rotations et puis les quotients de ces moyennes. Les chiffres indiquent simplement combien de fois l'aire des facules a dépassé celle des taches.

La courbe représentant ces chiffres graphiquement, comparée à celle des taches solaires, peut être caractérisée comme suit : minima bien accentués précédant d'environ douze rotations ceux des taches; minima moins prononcés coïncidant ou précédant de quelques rotations les maxima des cycles solaires; en outre, dans chaque cycle, un autre minimum entre le minimum et le maximum de la courbe des taches et deux minima entre le maximum et le minimum suivant.

Donc, dans la période d'environ 11 ans, il y a cinq maxima des quotients de facules et ombres, dont le premier coïncide ou suit de très près le minimum de taches, dont le second se trouve entre le minimum et le maximum et dont les trois autres se trouvent entre le maximum et le minimum de la courbe des taches solaires.

Dans le Tableau ci-dessous se trouvent les valeurs correspondant aux maxima et aux minima de la courbe des quotients pour trois cycles solaires :

Rotations.	Quotients.	Rotations.	Quotients.
334-343.......	42,11	356-365.......	8,97
366-375.......	15,41	394-403.......	9,53
415-424.......	15,46	431-440.......	10,61
439-448.......	26,74	448-457.......	6,07
459-468.......	22,31	469-478.......	8,09
481-490.......	27,24	499-508.......	14,94
515-524.......	18,24	537-546.......	6,39
568-577.......	15,94	578-587.......	12,17
589-598.......	17,35	600-609.......	11,51
613-622.......	25,12	632-641.......	2,42
646-655.......	32,67	667-676.......	15,81
674-683.......	28,41	687-696.......	16,55
700-709.......	20,55	712-721.......	12,26
724-733.......	22,71	748-757.......	10,25
772-781.......	73,74	783-792.......	26,61

Moyennes minima de taches :

Rotations........	331-340	481-490	645-654	795-804

Moyennes maxima de taches :

Rotations.............	397-406	537-546	693-702

Les valeurs extrêmes, 2,42 et 73,74 autant de fois de facules que de taches, prouvent à l'évidence que, si les facules, de même que les taches, sont des produits de la circulation verticale de l'atmosphère solaire, cette circulation verticale doit s'étendre plus ou moins périodiquement à des profondeurs variables. S'il en est ainsi il semble que la déperdition d'énergie calorifique doit varier en conséquence.

ASTRONOMIE. — *Sur un criterium pour l'identification des petites planètes.* Note de M. **Luc Picart**, présentée par M. Baillaud.

Une position éloignée d'une planète ne peut se comparer à l'éphéméride d'un astre précédemment trouvé qu'en passant par le calcul de l'anomalie moyenne de cet astre, calcul qui peut être très incertain au bout d'un grand intervalle de temps. Si, au contraire, on possède un cliché photographique donnant deux positions très voisines de la planète desquelles on déduit, avec une précision que j'ai essayé d'évaluer dans une Communication précédente ([1]), les dérivées des coordonnées sphériques géocentriques, il est possible de vérifier des relations, indépendantes du temps, qui existent entre ces dérivées, les coordonnées elles-mêmes et les éléments de l'orbite, en faisant abstraction des perturbations.

Soit

$$f(x, y, z, x', y', z') = C$$

une intégrale du mouvement elliptique; x, y, z désignant les coordonnées rectangulaires héliocentriques, x', y', z' leurs dérivées. En exprimant x, y, z, x', y', z' en fonction des données de l'observation, de la distance inconnue ρ de l'observateur à l'astre, et de sa dérivée ρ', l'intégrale fournit une relation entre ρ et ρ'. Si l'on élimine ρ et ρ' entre trois des cinq intégrales qui sont indépendantes du temps, on obtient une relation entre les données d'observation et les constantes C qui dépendent seulement des éléments de l'orbite.

([1]) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1503.

Une seule des formules qu'on trouve ainsi paraît assez simple pour être utilisée. C'est l'équation que Lagrange a prise comme base d'une de ses méthodes de détermination des orbites (*Œuvres*, t. 7, p. 474) et que Cauchy a mise sous une forme plus symétrique (*Œuvres*, 1[re] série, t. 10, p. 470). Elle s'obtient en éliminant, entre les trois intégrales des aires, ρ qui figure au second degré, et ρ' qui figure au premier degré.

Soient Ω et i la longitude du nœud et l'inclinaison de l'orbite, p son paramètre; R et L la distance Terre-Soleil et la longitude de la Terre, P le paramètre de l'orbite terrestre, enfin λ et β la longitude et la latitude observées; la relation s'écrit

$$[\cos\beta\sin(\Omega-\lambda)+\cot i\sin\beta]\left[\sin i\cos\beta\sin(\Omega-\lambda)+\left(\cos i-\sqrt{\frac{P}{p}}\right)\sin\beta\right] + \frac{R^2}{k\sqrt{p}}\sin(\Omega-L)[\lambda'\sin\beta\cos\beta\cos(\lambda-L)-\beta'\sin(\lambda-L)]=0;$$

k étant la constante de Gauss, les dérivées λ' et β' doivent être calculées en prenant le jour moyen pour unité de temps; elles doivent être exprimées en parties du rayon.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales quasi périodiques d'une équation différentielle linéaire.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. Émile Picard.

Dans une précédente Note [1], nous avons montré que, si $y=f(x)$ est une intégrale *bornée* de l'équation différentielle

$$(1)\qquad \frac{d^n y}{dx_n}+A_1\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}}+\ldots+A_n y=\varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction quasi périodique donnée, attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$, $f(x)$ est elle-même une fonction quasi périodique attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p, b_1, b_2, \ldots, b_q$ où l'on a posé

$$b_1=\frac{2\pi}{\omega_1},\qquad \ldots,\qquad b_q=\frac{2\pi}{\omega_q},$$

$i\omega_1, i\omega_2, \ldots, i\omega_q$ désignant les racines *purement imaginaires ou nulles* de l'équation caractéristique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 652.

Nous allons montrer que, de la fonction $f(x)$, on peut tirer une intégrale de (1) quasi périodique et *attachée au seul corps des périodes* $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qui caractérise $\varphi(x)$.

Désignons par A le corps des périodes défini par l'ensemble des nombres $a_1, a_2, \ldots, a_p$, $b_1, b_2, \ldots, b_q$; par B celui défini par les seules périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qu'on peut toujours supposer indépendantes. Le corps commun à A et B est évidemment le corps B lui-même.

Considérons alors la suite des opérations qui conduit à l'extraction, dans $f(x)$, de la partie quasi périodiqne attachée au seul corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

Ces opérations, on le sait, sont de deux sortes :

1° Les premières consistent dans la considération et la formation de *fonctions limites* déduites de suites $f(x+h)$ où h est le terme d'une suite infinie toujours congrue à zéro suivant les périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

Il en résulte que de telles fonctions limites resteront intégrales de la même équation différentielle, car les fonctions correspondantes $\varphi(x+h)$ auront toujours pour limites $\varphi(x)$.

2° Les secondes consistent dans la formation de fonctions moyennes limites telles que

$$\lim_{k=\infty} \frac{f(x)+f_1(x)+\ldots+f_{k-1}(x)}{k},$$

où $f(x), f_1(x), \ldots, f_{k-1}(x)$ sont des intégrales, de sorte que ces limites sont aussi des intégrales.

D'autre part l'ensemble des opérations ainsi effectuées sur $f(x)$ conduit à la définition d'une fonction quasi périodique attachée au seul corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

On peut résumer ainsi les résultats obtenus :

1° Si l'équation caractéristique de l'équation différentielle (1) n'admet ni racine purement imaginaire ni nulle, il existe toujours une intégrale quasi périodique et une seule attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qui caractérisent le second membre $\varphi(x)$.

2° Si l'équation caractéristique admet des racines purement imaginaires ou nulles, toute intégrale bornée est quasi périodique et, s'il existe une intégrale bornée, il en existe toujours au moins une quasi périodique attachée au corps défini par les seules périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des polynomes associés à plusieurs variables.* Note de M. A. **Angelesco**, présentée par M. Appell.

La notion de polynomes associés ou adjoints introduite par Hermite peut être étendue à des polynomes plus généraux que ceux dont nous nous sommes occupé dans une Note précédente ([1]).

Désignons par $\psi(a)$ une forme quadratique $\psi(a_1, a_2, \ldots, a_s)$ de s variables $a_1, a_2, \ldots, a_s$ et décomposable en s carrés positifs. Soit $\varphi(x)$ ce que devient cette forme après la transformation

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial\psi(a)}{\partial a_i} = x_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s);$$

$\Delta\varphi(a)$ sera donc, en désignant par Δ le discriminant de la forme $\psi(a)$, la forme adjointe à $\psi(a)$.

Considérons alors les développements

$$(2) \qquad [1 - 2a_1x_1 - \ldots - 2a_sx_s + \psi(a)]^{\lambda - \frac{s-1}{2}} = \sum a_1^{m_1} \ldots a_s^{m_s} V_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)},$$

$$(3) \qquad \left\{\left[1 - \frac{1}{2}x_1\frac{\partial\varphi(a)}{\partial a_1} - \ldots - \frac{1}{2}x_s\frac{\partial\varphi(a)}{\partial a_s}\right]^2 - \varphi(a)[\varphi(x) - 1]\right\}^{\lambda} = \sum a_1^{m_1} \ldots a_s^{m_s} U_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)},$$

et démontrons que l'on a

$$(4) \qquad \int_{(s)} [1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}} U_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)} V_{n_1, \ldots, n_s}^{(\lambda)} \, dx_1 \, dx_2 \ldots dx_s = 0,$$

le domaine d'intégration étant $\varphi(x) \leqq 1$, $\lambda < \frac{1}{2}$ et si l'on n'a pas en même temps $m_1 = n_1$, $m_2 = n_2$, $\ldots$, $m_s = n_s$.

Nous avons démontré ailleurs ([2]) que l'on a

$$(5) \qquad U_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)} = \frac{1}{m_1! \ldots m_s!} \frac{2\lambda(2\lambda - 1) \ldots (2\lambda - m_1 - \ldots - m_s + 1)}{(2\lambda - 1)(2\lambda - 3) \ldots (2\lambda - 2m_1 - \ldots - 2m_s + 1)} \times [\varphi(x) - 1]^{\lambda + \frac{1}{2}} \frac{\partial^{m_1 + \ldots + m_s}[\varphi(x) - 1]^{m_1 + \ldots + m_s - \lambda - \frac{1}{2}}}{\partial x_1^{m_1} \ldots \partial x_s^{m_s}}.$$

([1]) Angelesco, *Comptes rendus*, t. **158**, 1914, p. 1770.

([2]) Angelesco, *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine*, t. **4**, p. 30.

Calculons, pour démontrer l'égalité (4), l'intégrale

$$(6) \qquad \int_{(s)} [1-\varphi(x)]^{-\lambda-\frac{1}{2}} [1-2a_1x_1-\ldots-2a_sx_s+\psi(a)]^{\lambda-\frac{s-1}{2}} \mathrm{U}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s} dx_1\ldots dx_s,$$

le domaine d'intégration étant, de même, $\varphi(x) \leqq 1$ et $\lambda < \frac{1}{2}$. Cette intégrale se réduit, après avoir remplacé $\mathrm{U}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s}$ par sa valeur (5) et après avoir fait $m_1 + \ldots + m_s$ intégrations par parties, au produit, à une constante près, de $a_1^{m_1}.a_2^{m_2}.\ldots.a_s^{m_s}$, par l'intégrale

$$(7) \qquad \int_{(s)} [1-2\alpha_1x_1, \ldots, 2a_sx_s+\psi(a)]^{\lambda-\frac{s-1}{2}-m_1-\ldots-m_s} \times [1-\varphi(x)]^{m_1+\ldots+m_s-\lambda-\frac{1}{2}} dx_1\ldots\ldots dx_s.$$

L'égalité (4) sera établie si l'on démontre que l'intégrale (7) ne dépend plus de $a_1, a_2, \ldots, a_s$. Considérons, pour cela, une décomposition en carrés de la forme $\psi(a)$,

$$\psi(a) = \sum_{i=1}^{i=s} (\alpha_{1i}a_1 + \alpha_{2i}a_2 + \ldots + \alpha_{si}a_s)^2;$$

en posant

$$(8) \qquad \alpha_{1i}a_1 + \ldots + \alpha_{si}a_s = b_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s),$$

on tire

$$a_i = \beta_{1i}b_1 + \beta_{2i}b_2 + \ldots + \beta_{si}b_s \qquad (i = 1, 2, \ldots, s).$$

La transformation (1) deviendra, avec ces notations,

$$(9) \qquad \alpha_{i1}b_1 + \alpha_{i2}b_2 + \ldots + \alpha_{is}b_s = x_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s),$$

et, de la comparaison des deux systèmes (8) et (9), on déduit que l'on aura

$$b_i = \beta_{i1}x_1 + \beta_{i2}x_2 + \ldots + \beta_{is}x_s \qquad (i = 1, 2, \ldots, s).$$

Donc

$$\varphi(x) = \sum_{i=1}^{i=s} (\beta_{i1}x_1 + \beta_{i2}x_2 + \ldots + \beta_{is}x_s)^2.$$

Si nous faisons alors dans l'intégrale (7) les changements

$$\alpha_{1i}a_1 + \ldots + \alpha_{si}a_s = b_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s),$$
$$\beta_{i1}x_1 + \ldots + \beta_{is}x_s = y_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s),$$

nous serons conduit à l'intégrale

$$\int_{(s)} [1 - 2 b_1 y_1 - \ldots - 2 b_s y_s + b_1^2 + \ldots + b_s^2]^{-\lambda - \frac{s-1}{2} - m_1 - \ldots - m_s} \times (1 - y_1^2 - \ldots - y_s^2)^{m_1 + \ldots + m_s - \lambda - \frac{1}{2}} dy_1 \ldots dy_s,$$

le domaine d'intégration étant $y_1^2 + \ldots + y_s^2 \leqq 1$. Cette intégrale se calcule facilement et sa valeur ne dépend pas de $b_1, \ldots, b_s$.

Des inégalités (4) et (5) il résulte que l'on a aussi

$$\int_{(s)} [1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}} U^{(\lambda)}_{m_1, \ldots, m_s} U^{(\lambda)}_{n_1, \ldots, n_s} dx_1 \ldots dx_s = 0,$$

$$\int_{(s)} [1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}} V^{(\lambda)}_{m_1, \ldots, m_s} V^{(\lambda)}_{n_1, \ldots, n_s} dx_1 \ldots dx_s = 0,$$

si $m_1 + \ldots + m_s \neq n_1 + \ldots + n_s$, $\lambda < \frac{1}{2}$ et le domaine d'intégration $\varphi(x) \leqq 1$.

Les polynomes U et V se réduisent, dans un cas limite, aux polynomes qu'Hermite définit [1] à l'aide des fonctions exponentielles.

En effet, si dans les développements (2) et (3) on remplace les a_i par $a_i \sqrt{\frac{-1}{2\lambda}}$ et les x_i par $x_i \sqrt{\frac{-1}{2\lambda}}$ et que l'on fasse ensuite croître indéfiniment λ par des valeurs négatives, les limites des premiers membres de (2) et (3) seront précisément les fonctions exponentielles par lesquelles Hermite définit ses polynomes.

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice de mouvement.* Note de M. **St. Procopiu**, présentée par M. E. Bouty.

Beaucoup d'expérimentateurs [2] ont observé que tout déplacement relatif du liquide et de l'électrode, dans un élément galvanique, est accompagné d'une variation de la force électromotrice. Mais ces observations restaient isolées. J'ai entrepris d'étudier la production de la force électromotrice par le mouvement d'une électrode solide ou du mercure, dans un liquide : l'eau ou un électrolyte. Nous appellerons cette force électromotrice *force électromotrice de mouvement.*

---

(1) *Œuvres de Charles Hermite*, t. 2, p. 301.

(2) E. Bouty, *Journal de Physique*, 1880, p. 232. — J. Pionchon, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 47, et t. 154, 1912, p. 865. — St. Procopiu, *Annales scientifiques de Jassy*, 1912.

On produisait le mouvement à une électrode, dans une cellule symétrique métal-électrolyte-métal, soit en déplaçant l'électrode, soit en faisant couler la solution autour d'une seule électrode. Les électrodes étaient à la Wollaston. La mesure de la force électromotrice se faisait avec un galvanomètre par la méthode d'opposition ou avec un électromètre.

Si le liquide dans lequel plongent les électrodes est de l'eau distillée, on trouve que, par le mouvement d'une électrode, on obtient une force électromotrice. Les métaux, qui ont une pression osmotique de dissolution moindre que celle de l'hydrogène, deviennent négatifs : platine, $-0,09$ volt; argent, $-0,04$ volt; mercure, $-0,06$ volt; cuivre, $-0,026$ volt. Les métaux qui ont une pression osmotique plus grande que celle de l'hydrogène, deviennent positifs : nickel, $+0,010$ volt; plomb, $+0,015$ volt; fer, $+0,052$ volt; aluminium, $+0,072$ volt; zinc, $+0,120$ volt. Ces données peuvent être représentées par la formule empirique $e = K \log_{10} \frac{c_1}{c_2}$, avec $K = 0,005$ et c_1 la pression osmotique du métal, c_2 la pression osmotique de l'hydrogène. La force électromotrice de mouvement dans les acides sulfurique et azotique suit la même série continue des tensions osmotiques des métaux : platine (−), argent (−), mercure (−), cuivre (−), nickel (+), plomb (+), fer (+), aluminium (+), zinc (+); sans toutefois obéir quantitativement à la relation logarithmique citée plus haut.

De ce qui précède il ressort que le cathion du liquide, l'hydrogène, a un certain rôle dans la détermination de la force électromotrice de mouvement. Il faudrait qu'en changeant le cathion, les métaux se rangeassent d'après le nouveau cathion, eu ce qui concerne le signe de l'électrisation. J'ai fait des expériences avec le cathion potassium, dans l'hydrate de potassium.

D'après la prévision, tous les métaux deviennent négatifs par le mouvement dans l'hydrate de potassium. Les forces électromotrices sont de l'ordre de $-0,01$ volt.

Quand la solution possède le même cathion que celui de l'électrode, le métal devient toujours positif par le mouvement. Les métaux s'ordonnent dans ce cas d'après leur tension osmostique :

	volt		volt		volt
$Hg \mid HgNO^3$...	$+0,0004$	$Ag \mid AgNO^3$...	$+0,0006$	$Cu \mid CuSO^4$...	$+0,0010$
$Pb \mid Pb(NO^3)^2$.	$+0,0020$	$Ni \mid NiSO^4$.....	$+0,0320$	$Al \mid Al^2(SO^4)^3$.	$+0,0640$
$Zn \mid ZnSO^4$....	$+0,0400$				

La concentration n'a pas d'influence appréciable.

Pour expliquer ces phénomènes on doit tenir compte du cathion de la solution et de la pression osmotique des métaux.

Soient deux électrodes du même métal plongeant dans un liquide. Si le métal a une pression osmotique plus petite que celle du cathion, le cathion tend à se déposer sur l'électrode, en formant une gaine; l'électrode s'en chargera positivement. Comme nous avons deux électrodes, la force électromotrice sera nulle. Dès qu'une électrode est déplacée, la couche du cathion se détachera et ne s'opposera plus à ce que le métal envoie dans la solution des ions positifs; le métal reste chargé *négativement*.

Si le métal a une pression de dissolution plus grande que l'hydrogène (ou le cathion de la solution), il va envoyer des ions dans la solution. Par une action électrostatique proportionnelle à sa pression osmotique, il repoussera les cathions de la solution à une certaine distance. Il s'ensuit une diminution de la concentration de la solution au voisinage de l'électrode. En le déplaçant, le métal atteindra la partie de la solution de concentration plus grande et il deviendra *positif*.

Le rapport des concentrations, autour de l'électrode et dans le reste de la solution, sera proportionnel au rapport des pressions du métal et du cathion de la solution.

Quand le métal plonge dans la solution d'un sel de même cathion, la pression osmotique du métal est toujours plus grande que celle du même cathion dans la solution. La force électromotrice de mouvement est positive dans ce cas et proportionnelle à la pression osmotique du métal.

Ces phénomènes nous obligent à tenir compte des actions entre ions différents dans les solutions, et d'une couche, autour des électrodes, appauvrie par des actions électrostatiques.

BOTANIQUE. — *Quelques observations cytologiques sur le mode de formations des pigments anthocyaniques dans les fleurs.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A. Les récentes observations de F. Moreau [1] ont apporté une confirmation aux résultats que nous [2] avions obtenus, il y a 2 ans, sur l'origine mitochondriale des pigments anthocyaniques. L'auteur s'est attaché

(1) *Bulletin de la Société de Biologie*, 1914, et *Bulletin de la Société de Botanique de Paris*, 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1000, et *Revue générale de Botanique*, 1914.

spécialement à l'observation vitale du mode de formation de l'anthocyane dans les fleurs qui n'avait pas été de notre part l'objet d'une étude précise. Il montre que dans un certain nombre de fleurs examinées par lui, notamment la fleur de *Pelargonium zonale* (variété rouge), l'anthocyane apparaît dans les cellules épidermiques sous forme de petits corpuscules de la dimension des mitochondries et dont l'ensemble rappelle un chondriome. Ces corpuscules grossissent peu à peu et finissent par se dissoudre dans les vacuoles. Moreau admet donc comme démontré que l'anthocyane est dans les fleurs, comme dans les feuilles étudiées par nous, le produit de l'activité des mitochondries, ce que nous avions déjà soutenu, sans apporter cependant des preuves définitives. Enfin, dans un autre ordre d'idées, Moreau confirme les observations que nous avions faites sur l'existence fréquente dans les végétaux de composés phénoliques incolores, présentant les mêmes caractères chimiques que l'anthocyane et naissant comme ce pigment au sein des mitochondries. Ces composés sont susceptibles dans certains cas, comme nous l'avions démontré, de se transformer en pigments anthocyaniques, soit au cours de leur croissance au sein des mitochondries, soit une fois dissous dans les vacuoles, tandis que dans d'autres cas, au contraire, ils restent toujours incolores même lorsqu'ils sont dissous dans les vacuoles, comme par exemple dans la fleur de *Pelargonium zonale* (variété blanche).

Les recherches de F. Moreau nous décident à résumer à notre tour une série d'observations que nous avons faites sur le même sujet au cours des étés 1914 et 1915 et qui ont abouti à des résultats analogues à ceux de cet auteur.

B. La fleur de Canna florifère permet de suivre, avec une assez grande netteté, la formation de l'anthocyane qui s'effectue par un processus absolument identique à celui que nous avons décrit dans les jeunes folioles de Rosier. Il suffit pour cela d'observer, sur le vivant, l'épiderme d'un pétale très jeune où la pigmentation commence seulement à apparaître. Ici, comme dans les folioles de Rosier, l'anthocyane se forme directement au sein des mitochondries. Les cellules épidermiques renferment toutes un chondriome constitué par des chondriocontes nombreux et allongés, disposés tout autour du noyau. Ces éléments qui sont imprégnés d'anthocyane s'épaississent peu à peu, puis forment à leurs deux extrémités un petit renflement qui leur donne l'aspect d'haltères. Les deux têtes de chaque haltère se séparent ensuite par résorption de la partie effilée du chondrio-

conte, donnant naissance à des corpuscules anthocyaniques d'abord très petits, qui grossissent peu à peu et vont se dissoudre dans les vacuoles.

Des processus semblables s'observent dans l'épiderme des Roses (variétés rouges), mais ici la formation du pigment authocyanique s'effectue indirectement. L'anthocyane résulte de la transformation d'un composé phénolique incolore dissous dans les vacuoles, présentant à peu près les mêmes caractères microchimiques que l'anthocyane et formé par le même mode. Si l'on examine en effet l'épiderme d'un pétale d'une fleur très jeune, encore blanche, on observe dans toutes les cellules de nombreux chondriocontes qui prennent un aspect brillant dû à la présence, en leur sein, d'un composé phénolique incolore. Ces chondriocontes se transforment en haltères dont les têtes se séparent sous forme de corpuscules arrondis, grossissent et se dissolvent dans les vacuoles. Ce n'est qu'une fois définitivement formé et dissous dans les vacuoles que ce composé phénolique rougit et se transforme en anthocyane.

C'est par un processus identique que se forme le pigment anthocyanique dans la fleur de *Pelargonium zonale* (variété rouge) dont nous avons repris l'étude après Moreau. Nos observations sur cette fleur ne nous permettent pas de vérifier complètement celles de Moreau qui n'a vu que la fin du phénomène. Pour suivre la formation de l'anthocyane dans cette fleur, il faut examiner des fleurs encore extrêmement jeunes où les pétales complètement incolores n'aient pas dépassé quelques millimètres de diamètre. On observe alors dans toutes les cellules épidermiques, d'une manière très nette, des phénomènes analogues à ceux que nous venons de décrire dans la fleur de Rosier. Les chondriocontes s'imprègnent d'un composé phénolique incolore et brillant, puis prennent la forme d'haltères. Les têtes de l'haltère se séparent et forment de petits corpuscules qui, après avoir grossis, se dissolvent dans les vacuoles où le composé phénolique ne tarde pas à se transformer en pigment anthocyanique rouge. Un peu plus tard, on voit apparaître dans le cytoplasme de petits corpuscules anthocyaniques qui semblent dériver de mitochondries granuleuses. C'est ce qu'a décrit F. Moreau. Ces corpuscules correspondent à une seconde élaboration d'anthocyane qui vient renforcer la première. Dans celle-ci, beaucoup moins active que la première, l'anthocyane se forme de toutes pièces au sein des mitochondries.

Une étude plus complète de la fleur d'*Iris germanica* nous a permis d'y suivre, d'une manière plus précise que nous ne l'avions fait dans nos recherches précédentes, la formation de l'anthocyane qui s'effectue par un

processus un peu plus complexe que celui que nous avions décrit. Elle s'opère en deux phases : 1° Dans les sépales et pétales les plus jeunes, encore absolument incolores, on observe dans toutes les cellules épidermiques un petit granule brillant unique par cellule, deux ou trois fois plus gros qu'une mitochondrie granuleuse. Ce granule renferme un composé phénolique incolore et correspond au *cyanoplaste* décrit par Politis dans un certain nombre de fleurs. Il est infiniment probable qu'il dérive d'une mitochondrie granuleuse, mais son origine n'a pas pu être précisée. Un peu plus tard, ce granule grossit, se colore en violet, puis se dissout dans la vacuole à laquelle il communique une teinte violette diffuse.

2° Dans une seconde phase, on assiste à une nouvelle production d'anthocyane, celle-ci beaucoup plus active que la première. A ce moment, la cellule renferme une vacuole centrale contenant de l'anthocyane, un noyau et un cytoplasme situé à la périphérie. Dans le cytoplasme on distingue, en dehors des chondriocontes en voie de se transformer en leuco- ou chromoplastes, de nombreux filaments ou bâtonnets imprégnés d'anthocyane. Ces éléments, qui sont des chondriocontes, se transforment ensuite en haltères dont les têtes se séparent, puis se dissolvent dans les vacuoles. Dans cette seconde phase, l'anthocyane apparaît directement au sein des chondriocontes sous forme de pigment.

C. De ces observations on peut donc conclure que l'anthocyane se forme dans les fleurs exactement comme dans les feuilles, ce qui confirme l'opinion que nous avions émise antérieurement et les résultats plus récents de F. Moreau.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'*Amygdalopersica Formonti (*L. Daniel*). Note de MM. **G. Rivière** et **G. Bailhache**, présentée par M. Costantin.

Sur la demande de M. Formont, arboriculteur à Montreuil-sous-Bois, une Commission, nommée par la Société nationale d'Horticulture de France, s'est transportée dans ses jardins le 10 juillet 1910, à l'effet de constater le développement spontané, en 1908, de plusieurs pousses *d'amandier*, sur le tronc et les branches de charpente de deux vieux pêchers, dirigés en espalier, et greffés en écusson et en pied, sur des sujets d'amandier.

Toutes ces pousses étaient situées à de grandes distances du bourrelet

de la greffe (¹) et aucune n'offrait des caractères se rapprochant de ceux du pêcher.

Dans la séance du 4 septembre 1911 (²), M. Griffon, qui faisait partie de cette Commission, a déjà rendu compte, à l'Académie des Sciences, des constatations qui avaient été faites, sur place, à cette époque et aussi des discussions auxquelles celles-ci avaient donné lieu. M. Lucien Daniel, dans la *Revue générale de Botanique* (année 1914) a donné le nom d'*Amygdalopersica Formonti* à cet intéressant hybride de greffe.

De 1911 à 1915 ces pousses d'amandier, devenues très fortes, montrèrent chaque année de nombreuses fleurs d'amandier, parfaitement caractérisées, qui s'épanouirent, *toujours* 8 à 10 jours plus tôt que celles des pêchers sur les branches desquels ces pousses sont nées. Au printemps 1915, le 27 février, les premières fleurs d'amandier s'entr'ouvrirent en effet, tandis que celles des pêchers ne s'épanouirent que le 28 mars suivant.

Dans la circonstance l'amandier a donc maintenu son caractère spécifique de précocité, en ce qui concerne sa floraison, comparativement au pêcher.

Si pendant plusieurs années les rameaux d'amandier fleurirent abondamment, ils ne donnèrent toutefois aucun fruit mûr. Les quelques amandes qui se formaient restaient très petites et tombaient au bout de peu de jours, soit bien avant la formation de l'endocarpe. Ce n'est que cette année, grâce aux soins pris par M. Formont pour protéger ses arbres contre les intempéries du printemps, que trois amandes purent se former. L'une d'elles se dessécha pendant l'été, mais les deux autres atteignirent leur maturité complète et présentèrent un péricarpe vert pubescent, charnu, mais coriace.

Les dimensions de ces fruits ne diffèrent pas de celles des amandes longues ordinaires : leur longueur est de 53^{mm} et leur périphérie, au point le plus épais du péricarpe, n'est pas inférieure à 92^{mm}.

Nous ferons remarquer que, d'après les caractères de l'endocarpe, qui est apparent sur l'une des amandes, nous nous trouvons vraisemblablement en présence d'un fruit amer et non d'une amande douce.

Cette amande, que nous supposons être fertile, sera semée en temps opportun, afin de constater si, dans l'avenir, elle reproduit dans sa descen-

(¹) A environ 2^m.

(²) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 521.

dance les caractères spécifiques de l'un des parents ou bien si elle donnera naissance à un individu qui, tenant à la fois de l'amandier et du pêcher, produira tantôt des amandes, tantôt des pêches, ou bien encore des amandes à péricarpe charnu analogues à des amandes-pêches. Car nous considérons, comme L. Daniel, que, sans pouvoir en donner l'explication, nous nous trouvons en présence d'un hybride de greffe, quoique l'*Amygdalopersica Formonti* ne reproduise, à l'heure actuelle, que l'un des parents (¹).

Nous ne terminerons pas cette Note sans ajouter que M. Chatenay, premier vice-président de la Société nationale d'Horticulture de France, nous a fait savoir le 12 août dernier que, vers 1865, il avait observé dans le jardin de feu Alexis Lepère, de Montreuil-sous-Bois, le développement *spontané* d'un rameau d'amandier sur un pêcher, et que le même phénomène s'était également montré chez lui en 1909, dans son jardin de Vitry-sur-Seine, sur un pêcher de la variété Belle de Vitry : ce qui tiendrait à prouver que les hybrides de greffe, quoique ne se présentant pas très fréquemment, ne sont pas absolument des raretés.

CHIRURGIE. — *Sur un compas pour la recherche des projectiles.* Note de MM. **Th. Guilloz** et **E. Stock.**

Le compas pour la recherche des projectiles, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, est le dernier modèle auquel nous nous sommes arrêtés, après de multiples essais. Imaginé par Guilloz pour servir de guide à sa sonde exploratrice électrique (²), il offre l'avantage d'une construction facile et d'un prix de revient très modique.

Le compas est formé de trois branches métalliques aisément déformables, sans risque de rupture, réunies à une extrémité et soudées ensemble à la tête cylindrique du compas. Cette tête porte d'un côté une poignée et de l'autre deux mâchoires sphériques entre lesquelles une sphère concentrique est mobile autour de son centre. Cette sphère est traversée par un canal diamétral, dans lequel la sonde exploratrice glisse à frottement doux. Chacune des trois branches flexibles est percée à son extrémité libre d'un

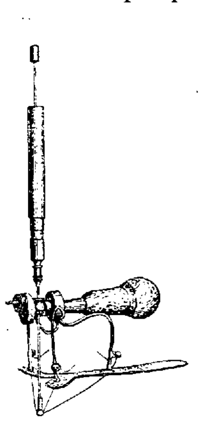
---

(¹) Chez l'*Amygdalopersica Delponi*, au contraire, on rencontre isolément sur sa charpente à la fois des pousses pures de pêcher et d'amandier et aussi des pousses intermédiaires entre le pêcher et l'amandier (L. Daniel et Delpon, *Comptes rendus*, t. 156, juin 1913, p. 2001).

(²) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 782.

petit canal dans lequel on peut faire passer un fil métallique flexible, arrêté à volonté sur un petit tambour latéral. Les autres extrémités des trois fils sont réunies par un petit anneau. Une fourche en plomb à trois branches, dont chaque extrémité est percée d'un trou, complète le compas. Enfin des vis permettent d'arrêter les mouvements.

Pour employer le compas, on applique la fourche triangulaire sur le blessé au voisinage du projectile, repéré par une radioscopie préliminaire. On prend une double



projection conique, par radiographie, sur la même plaque, en utilisant l'anneau repéreur à réticule de Guilloz.

Le radiographe est ainsi dégagé de tout souci de mesure. On repère au thermocautère la place des trous de la fourche sur la peau. Ces trois repères forment la base d'un tétraèdre dont le projectile est le quatrième sommet. Les constantes d'appareil et quelques mesures prises sur la plaque donnent, par un calcul simple, les distances du centre du projectile aux trois repères. On détache sans déformation la fourche du blessé et l'on place par flexion les extrémités des branches du compas dans les trous de la fourche. On donne aux fils mis en place les longueurs égales aux distances calculées; à l'aide de la sonde, on presse sur l'anneau pour tendre les fils. Le tétraèdre indiqué est alors réalisé matériellement comme le montre la figure. L'extrémité de la sonde marque la place qui correspond à celle du projectile. Le compas est réglé.

Pour l'intervention chirurgicale, on enlève les fils, on replace la fourche dans sa position primitive sur le blessé, et le compas sur la fourche; il faudra pour cela retirer la sonde qu'on mettra ensuite en contact avec la peau du patient. La direction de la sonde passe alors par le projectile, et son retrait partiel fixe la profondeur à laquelle on devra l'enfoncer ensuite pour rencontrer le projectile. La sonnerie avertira le chirurgien que la sonde touche le projectile ainsi pratiquement repéré.

La flexibilité des branches du compas permet de modifier au besoin la direction d'attaque de la sonde. Le prix modique des instruments et la division réalisée dans le travail facilitent les recherches multiples.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la cellule auditive.* Note [1] de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

Le noyau de la cellule auditive du Lapin occupe, dans le segment profond de la cellule, des hauteurs différentes; tantôt sa surface inférieure paraît presque venir en contact avec l'enveloppe cellulaire, tantôt elle s'en éloigne d'une distance pouvant dépasser la longueur du diamètre de ce même noyau. Toutes les positions intermédiaires s'observent.

Sur des préparations faiblement colorées le protoplasme infra-nucléaire ne montre que peu ou pas de granulations; il est opalin, mais assez opaque cependant pour masquer, à l'occasion, une partie du noyau, ce qui donne l'explication de l'aplatissement apparent du pôle inférieur de ce dernier que l'on observe quelquefois. On ne perçoit, inclus dans sa masse, d'autres éléments qu'un corpuscule sphérique déjà signalé par quelques auteurs et considéré par eux comme un corps *énigmatique* (*c. en.*, *fig.* 2).

Si l'organe a été fortement fixé par l'acide osmique et coloré par l'hématoxyline, par exemple, l'extrémité profonde de la cellule apparaît limitée par une sorte de croissant, uniformément teinté extérieurement, et sans détails de structure.

Lorsque l'enveloppe cellulaire a été divisée longitudinalement, une coloration appropriée laisse apercevoir un corps particulier, bien délimité, inscrit dans le fond du segment arrondi de la cellule (*c. ex.*, *fig.* 1). Sa forme, vue de profil, est semi-lunaire; sa configuration générale est celle d'une sorte de cupule dont la concavité regarde le noyau et dont la surface convexe est recouverte par l'enveloppe cellulaire. Sa masse est constituée par une substance opaque composée d'un agglomérat de granulations fines, dues à un épaississement de l'exoplasme. De longues stries parallèles s'observent parfois à sa surface extérieure sans que l'on puisse affirmer qu'elles lui appartiennent en propre; elles peuvent aussi bien représenter des épaississements linéaires circulaires de la pellicule de la cellule (*s.*, *fig.* 2).

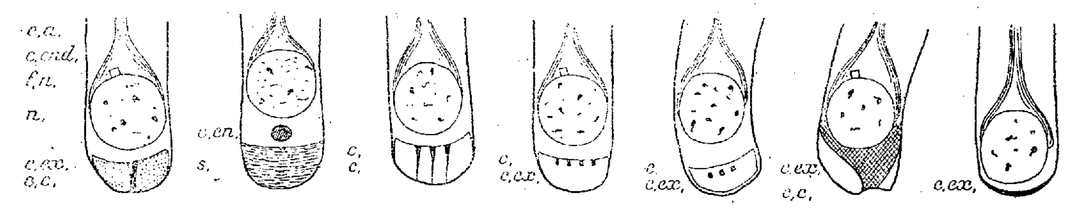
Une certaine étendue de la surface convexe de ce corps exoplasmique se

[1] Séance du 4 octobre 1915.

confond avec l'enveloppe, sauf vers la périphérie où existe un léger écartement. Dans certains cas elle en paraît totalement séparée par une zone claire étroite, lorsque la section a précisément porté dans la région de cet écartement (*fig.* 5).

La surface interne est plus ou moins excavée. La distance qui la sépare du noyau est variable et peut parfois atteindre de grandes dimensions; d'autres fois elle se trouve réduite à un intervalle des plus restreints.

Le bord circulaire de ce corps est représenté, de profil, par un angle qui varie avec le degré de courbure de sa surface interne.



c., canalicules du corps exoplasmique; *c.a.*, cellule auditive externe du Lapin; *c.c.*, canalicule central du corps exoplasmique; *c.end.*, cône endoplasmique; *c.en.*, corps énigmatique des auteurs; *c.ex.*, corps exoplasmique; *f.n.*, formation nucléaire (bâtonnet); *n.*, noyau de la cellule auditive; *s.*, stries.

Des coupes longitudinales intéressant assez exactement le centre du corps exoplasmique mettent à nu une solution de continuité paraissant le diviser en deux parties symétriques. Elle est indiquée par un trait sombre épais, plus coloré, qui n'est autre que la paroi intérieure d'un canalicule central perforant le corps dans son épaisseur (*c.c.*, *fig.* 1). L'orifice interne est plus évasé que l'externe.

Les canalicules sont souvent multiples, au nombre de trois ou quatre. Situés dans un même plan radiaire passant par le centre du corps exoplasmique, ils sont parallèles entre eux et leur direction est légèrement inclinée de haut en bas et de dehors en dedans vers l'axe du limaçon (*c.*, *fig.* 3).

Cette figure montre leur section longitudinale. Les trois lignes sombres parallèles qui les représentent sont plus épaisses à leur partie supérieure et vont en s'évidant vers le bas; les canalicules ont été divisés un peu de biais et leurs deux orifices sont compris dans le plan de section.

Dans la figure 4 la section est plus oblique; elle a retranché la partie inférieure des canalicules, ne laissant subsister que les orifices internes ainsi qu'un court segment des canalicules indiqués par des points colorés un peu allongés verticalement et tangents intérieurement à la surface concave (*c.*, *fig.* 4).

Sur la figure 5 les points colorés sont à une certaine distance de la surface concave. La section toujours oblique sur l'axe de la cellule a respecté les orifices internes en divisant, vers leur partie moyenne, les canalicules dont la tranche de section seule est visible; leur partie supérieure ainsi que les orifices internes plus profondément situés se trouvent masqués par une certaine épaisseur de tissu opaque (*c.*, *fig.* 5).

Les parties latérales du corps exoplasmique peuvent se développer en hauteur au point d'atteindre le niveau du diamètre transverse du noyau, sans toutefois rejoindre les extrémités profondes du cône endoplasmique qui coiffe l'hémisphère céphalique du noyau. Nous ne voyons ici qu'un canal central de plus fort calibre (*c.c.*, *fig.* 6). La cavité sous-nucléaire est agrandie; l'orifice interne est beaucoup plus évasé que l'externe. Au niveau de celui-ci on note une dépression souvent assez étendue de l'enveloppe cellulaire.

Lorsque le noyau paraît venir presque en contact avec la paroi interne de l'extrémité arrondie de la cellule, le corps exoplasmique n'en existe pas moins; il n'est plus indiqué que par une ligne de contour épaissie et plus colorée de l'enveloppe (*c.*, *fig.* 7). Les canalicules ne sont plus perceptibles, mais, d'après ce qui précède, leur existence ne fait, selon moi, aucun doute.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur le procédé biologique de destruction des sauterelles.* Note de M. F. d'Hérelle, présentée par M. A. Laveran.

J'ai décrit, dans deux Communications précédentes [1], un procédé biologique de destruction des sauterelles basé sur la propagation d'une maladie causée par un coccobacille isolé au cours d'une épizootie naturelle ayant sévi au Mexique en 1910. Le procédé, appliqué depuis lors en divers pays, a donné de très bons résultats, et cette année même il a été employé avec succès en Tunisie pour lutter contre une invasion formidable de criquets pélerins.

Dans les Communications antérieures, j'ai attiré spécialement l'attention des expérimentateurs sur le fait de l'atténuation rapide de la virulence du coccobacille des sauterelles en culture : des infestations pratiquées avec un virus insuffisamment exalté pouvaient conduire à un résultat diamé-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 152, 1906, p. 1413, et t. 154, 1907, p. 623; *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 28, 1914, n°s 3 et 4.

tralement opposé à celui qu'on désirait obtenir; au lieu de provoquer une épizootie, on risquait d'immuniser les sauterelles. L'exaltation de la virulence constituait une opération délicate, que seul un bactériologiste entraîné pouvait pratiquer convenablement; les passages de sauterelle à sauterelle devaient se continuer pendant toute la durée de la campagne et demandaient un certain matériel, toutes choses peu compatibles avec l'existence nomade que nécessitait la recherche des colonnes à infester. Un autre inconvénient résultait du fait que, pour exalter la virulence du microbe, il fallait se procurer des sauterelles ou des criquets : pour les Acridiens du type *Schistocerca*, l'incubation ne durant qu'environ 1 mois, on pouvait presque toujours exalter la virulence du coccobacille en utilisant les sauterelles adultes venant de pondre, et l'on était alors prêt pour pratiquer les infestations au moment de l'éclosion des jeunes criquets; pour les Acridiens du type *Stauronautus* la difficulté devenait plus sérieuse, l'incubation durant de 8 à 9 mois, on ne pouvait utiliser les insectes adultes, on était donc obligé d'attendre que les jeunes criquets aient atteint une certaine taille pour pouvoir commencer le travail de laboratoire et l'on risquait de laisser passer le moment opportun des infestations. Somme toute, quoique le procédé fût pratiquement applicable, comme l'ont prouvé plusieurs campagnes, on restait exposé à des contretemps qui pouvaient compromettre le succès de l'opération. Le fait de l'atténuation rapide, entraînant la nécessité de manipulations délicates, constituait un écueil pour certains expérimentateurs peu entraînés.

Au cours de la campagne de cette année en Tunisie, j'avais été avisé qu'une épizootie avait anéanti en quelques jours une colonne de jeunes criquets dans la région de Sidi-Bou-Baker; des infestations ayant été pratiquées 3 semaines auparavant, à une vingtaine de kilomètres plus au Sud sur des colonnes se dirigeant vers le Nord, je voulus vérifier si cette épizootie avait été provoquée par le passage des bandes directement infestées. Par suite de diverses circonstances, je ne pus me rendre sur les lieux qu'un mois plus tard; il me fut encore possible de ramasser une grande quantité de criquets morts; or, malgré qu'ils fussent restés exposés au grand soleil pendant près de 5 semaines, quelques milligrammes de cadavres, réduits en poudre, délayés dans un peu d'eau stérile et inoculés à des criquets sains déterminèrent une maladie mortelle en 4 heures. Vérification faite, il s'agissait bien du coccobacille spécifique. Deux mois plus tard, un essai pratiqué avec de la poudre provenant des mêmes cadavres donna un résultat identique. Possédant quelques cadavres desséchés provenant d'une épizootie qui avait anéanti, en 1913, des vols de sauterelles

arrivant en Épire, vols qui avaient été contaminés en Roumanie avant leur départ, j'essayai si, dans ces cadavres conservés en tube scellé pendant 2 années, le coccobacille spécifique était encore vivant et virulent : les criquets inoculés avec une goutte d'une émulsion contenant 1^{mg} de poudre de ces cadavres moururent en 6 heures, en présentant tous les symptômes caractéristiques de la maladie causée par le coccobacille des sauterelles. J'essayai alors de contaminer des colonnes de criquets qui se trouvaient dans le contrôle de Zaghouan (Tunisie), en me servant comme virus exalté de la poudre de criquets de Sidi-Bou-Baker : le résultat obtenu fut exellent, l'épizootie se déclara très rapidement dans les colonnes infestées où elle causa une mortalité considérable.

Me basant sur le résultat des expériences que je viens de rapporter, voici la méthode qui me semble la plus recommandable. Partant d'une culture de *Coccobacillus acridiorum*, on effectue les passages en suivant la technique indiquée dans les Mémoires cités plus haut. Quand on arrive à une virulence telle que la mort survient en moins de 8 heures, on inocule une certaine quantité de criquets ou de sauterelles, aussitôt après la mort on dessèche soigneusement les cadavres dans un dessiccateur à acide sulfurique à la température du laboratoire, on les réduit ensuite en poudre qu'on répartit par fraction de quelques milligrammes dans de petits tubes de verre qu'on scelle à la lampe. Dans ces conditions, le virus se conserve sans altération pendant au moins 2 années. Quand on veut pratiquer des infestations il suffit de délayer le contenu d'un tube dans quelques gouttes d'eau ou de bouillon stérile et d'en isoler le coccobacille spécifique sur gélose suivant les procédés ordinaires; les colonies sont suffisamment développées après 18 heures à la température ambiante pour pouvoir servir à ensemencer les milieux destinés aux infestations. Le milieu que j'ai trouvé le plus pratique consiste en un bouillon composé de 5^g de peptone, 5^g d'extrait de viande et 5^g de sel ordinaire pour 1^l d'eau. Les cultures doivent toujours se faire à la température de la chambre, jamais à l'étuve.

Dans le courant de la campagne, on ramasse des cadavres frais au milieu de colonnes de criquets infestés, on les dessèche et on les pulvérise comme il a été dit plus haut; la poudre obtenue servira pour les premières infestations de l'année suivante.

La méthode que je viens de décrire permettra d'avoir toujours à sa disposition du virus prêt à être employé; on évitera donc tous les retards et les aléas que comportait l'exaltation de la virulence par passages.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réaction du milieu et filtration des toxines.* Note de MM. E. AUBEL et H. COLIN, présentée par M. Dastre.

On sait, depuis les travaux de M. Holderer (1), que la filtration des diastases est fonction de la réaction du milieu; les solutions diastasiques filtrées en milieu alcalin sont plus actives que les mêmes solutions filtrées en milieu neutre ou acide. Comme conséquence, l'extraction d'une diastase qui nécessite sa filtration à travers les parois des cellules devra se trouver facilitée par l'alcalinisation de l'eau de macération; c'est ce qu'a vérifié Holderer sur les diastases de l'*Aspergillus niger;* différents auteurs (2) ont confirmé ces résultats.

Roux et Yersin (3) ont attiré l'attention sur les points de contact qui existent entre les diastases et certaines toxines; on pouvait donc espérer retrouver dans la filtration des toxines les particularités observées sur les diastases. Nos expériences ont porté sur la toxine diphtérique, qui se prête très facilement à ces recherches, et sur l'endotoxine dysentérique.

1° *La filtration des toxines est fonction de la réaction.*

A. TOXINE DIPHTÉRIQUE. — Trois cobayes, α (445g), β (430g), γ (450g), sont injectés avec :

α. 1^{cm^3} de toxine alcaline, filtrée;

β. 1^{cm^3} de toxine acidifiée, filtrée et réalcalinisée;

γ. 1^{cm^3} de toxine acidifiée, réalcalinisée puis filtrée.

On emploie l'acide acétique et la soude. On acidifie en présence de tournesol jusqu'à virage au rouge franc; l'alcalinité est celle qui est indiquée par la phtaléine.

Le cobaye α succombe 34 heures après l'injection; γ 48 heures, ce qui donne la mesure de la diminution de toxicité consécutive aux opérations d'acidification et de réalcalinisation : le cobaye β survit à l'injection.

B. ENDOTOXINE DYSENTÉRIQUE. — Les cobayes injectés avec la toxine filtrée en milieu alcalin présentent de l'œdème; aucun phénomène pathologique n'est observé sur les animaux traités avec la toxine filtrée en milieu acide.

(1) M. HOLDERER, *Recherches sur la filtration des diastases* (Thèse, Paris, 1911).

(2) H. COLIN, *Hydrolyse de quelques polysaccharides* (Thèse, Paris, 1911).

(3) ROUX et YERSIN, *Contribution à l'étude de la diphtérie* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 3, 1889, p. 273).

2° *Les extraits en milieu alcalin sont plus actifs que les extraits en milieu neutre ou acide.*

A. Toxine diphtérique. — Une culture de 4 jours sur bouillon Martin est décantée. Le voile microbien séparé est émulsionné dans l'eau distillée et réparti en deux lots, α et β. α est à 5 pour 1000 de phosphate trisodique, β est neutre; après adjonction de toluène, on abandonne à l'étuve à 37° durant 24 heures. Au bout de ce temps, β est alcalinisée; on filtre les deux macérations et l'on injecte $2^{cm^3},5$ du filtrat à deux cobayes de poids comparable (470^g et 458^g). Le liquide α tue le cobaye en 48 heures; le second cobaye ne succombe que 3 jours plus tard. Les lésions observées à l'autopsie sont les lésions caractéristiques de la toxine diphtérique.

B. Endotoxine dysentérique. — Le produit de raclage de cultures de 48 heures, sur gélose, est émulsionné dans l'eau distillée et traité comme le bacille de Lœffler. Le cobaye injecté avec le filtrat de la macération alcaline présente, au bout de 48 heures, un œdème volumineux; le filtrat de la macération neutre ne provoque qu'un œdème insignifiant 3 jours après l'injection.

Ces expériences permettent d'interpréter les résultats obtenus par divers auteurs qui n'avaient pour objectif que la création de méthodes nouvelles d'extraction des toxines. Nous mentionnerons Kossel [1] recommandant d'extraire la toxine diphtérique par lavage des corps bacillaires au carbonate de soude; Todd [2] et Rosenthal [3] qui obtiennent l'endotoxine dysentérique par culture du bacille de Shiga en bouillon Martin; Dœrr [4] qui conseille pour le même poison un milieu très alcalin; Lustig et Galeotti [5] qui extraient la toxine pesteuse par lavage du microbe à la lessive de potasse à 1 pour 100.

3° *La pauvreté en toxine des bouillons de culture acide, résulte partiellement des difficultés de filtration en milieu acide.*

Des cultures de bacille de Lœffler sur bouillon Martin additionné de glucose, ce qui entraîne l'acidification du milieu [6], sont, au bout de

---

(1) Kossel, *Centralbl. für Bakt.*, t. 19, 1896, p. 977.
(2) Todd, *Journ. of Hygiene*, t. 4, 1904, p. 480.
(3) Rosenthal, *Deutsche med. Wochenschr.*, n° 7, 1904, p. 235.
(4) Dœrr, *Das Dysenterietoxin* (*Wiener klin. Wochenschr.*, n° 41, 1906).
(5) Lustig et Galeotti, *Deutsche med. Wochenschr.*, n°s 15 et 19, 1897.
(6) Martin, *Production de la toxine diphtérique* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 12, 1898, p. 26).

8 jours, agitées en présence de toluène, de façon à tuer les bacilles; on alcalinise à la phtaléine; une partie est filtrée immédiatement et le filtrat injecté à raison de 5^{cm^3} par cobaye; les animaux n'offrent pas trace d'œdème. L'autre partie est filtrée après 24 heures de macération puis injectée de la même façon; les animaux survivent mais présentent de l'œdème au point d'inoculation.

Indépendamment d'une action profonde sur la physiologie des bacilles et en particulier sur l'élaboration des toxines, la réaction a donc pour effet d'entraver ou de favoriser la filtration des toxines à travers les corps bacillaires.

M. Marcel Baudouin adresse une Note intitulée : *Démonstration de l'existence de l'*Os Vesalianum *de l'Homme à l'époque de la Pierre polie.*

La séance est levée à 16 heures et quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 18 octobre 1915.)

Discours de M. *Edmond Perrier*, Président :

Page 452, ligne 15, *au lieu de* connaissant d'avance, *lire* connaissent d'avance ; ligne 16, *au lieu de* proportionnant les dimensions de loges, *lire* proportionnent les dimensions des loges.

Même page, première ligne de la note [1], *au lieu de* Bombyx, *lire* Bembex.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Après Amagat, après Guyou, après Hatt, après Prillieux, voici que l'Académie des Sciences perd un des plus illustres parmi les médecins, **Charles-Jacques Bouchard**. A la suite d'une longue maladie qui nous avait plusieurs fois inquiétés, il s'est éteint le matin du jeudi 28 octobre, à la maison de santé du Signal par Sainte-Foy-lès-Lyon, non loin de cette ville où il avait commencé ses études médicales et où il aimait à revenir. Il était né à Montier-en-Der (Haute-Marne) le 6 septembre 1837 et paraissait jusque dans ces derniers temps porter allègrement la charge que les années accumulent sur nos épaules; un accident d'automobile survenu il y a quelques mois semble avoir déclenché chez lui cette série d'altérations organiques dont il avait jadis si bien étudié l'enchaînement.

Après avoir fait, à la Faculté de Médecine de Lyon, ses premières années d'études médicales, il était venu les achever à Paris, où il s'était fait recevoir interne des hôpitaux et docteur. Chef de clinique à la Faculté en 1868, agrégé l'année suivante, à 32 ans; il devenait bientôt médecin des hôpitaux et, peu de temps après (1873), professeur de Pathologie générale à la Faculté. En 1886, il entrait à l'Académie de Médecine dans la Section de Pathologie médicale et en 1887 l'Académie des Sciences l'appelait à succéder à Paul Bert. C'est une des plus rapides et des plus brillantes carrières médicales de ce temps. Elle a été couronnée par la plus haute des récompenses dont dispose l'État. Comme Dumas, le créateur de la

Chimie organique, comme Pasteur, Bouchard a été élevé à la dignité de grand-croix de la Légion d'honneur.

L'œuvre médicale de Bouchard, par son ampleur, justifie tous ces honneurs. Elle commence modestement par des recherches sur les parasites végétaux de l'organisme. C'est d'abord celui qui produit à la fois l'herpès circiné et la teigne tonsurante dont il établit l'identité d'origine. Robin et Küchenmeister les attribuaient à des corpuscules parasites dissociés, analogues aux microcoques; Bouchard démontre que ces granules sont les spores d'un champignon filamenteux comme ceux qu'on désigne habituellement sous le nom de moisissures, le *Trichophyton tonsurans*, qu'il s'était inoculé pour mieux s'assurer de son mode de propagation (1858). Plus tard (1862), il publie des *Recherches nouvelles sur la pellagre* sous les auspices de la Société de Médecine de Lyon. Le premier il observe le diplocoque du pus blennorragique dont on attribue communément la découverte à Neisser, et démontre que ce microbe a pour habitat principal les cellules épithéliales de l'urèthre et de la conjonctive, déterminant dans ce dernier cas des ophtalmies de la plus haute gravité.

Dans les sacs aériens d'oiseaux morts de pneumonies à caractère infectieux il découvre un feutrage de filaments d'un champignon, l'*Aspergillus nigricans*, qui peut se développer aussi chez l'homme; on ne devait établir que bien plus tard l'origine également parasitaire de la tuberculose.

Mais ce ne sont là que des détails relativement à l'œuvre médicale qui a valu à Bouchard sa célébrité et qui constitue toute une doctrine. Elle a pour base cette notion fondamentale à laquelle avait été conduit Claude Bernard par ses recherches profondes de physiologie, à savoir que la vie n'est autre chose que la somme des activités des éléments anatomiques, des cellules qui sont associées pour constituer tous les organismes, hormis les Protozoaires réduits à un seul élément. Quand tous les éléments associés vivent côte à côte, sans se nuire, collaborant tous à l'œuvre commune : le maintien et la prospérité de leur association, c'est la santé; quand certains éléments nuisent aux autres, soit directement en leur enlevant leur nourriture, soit en déversant dans le milieu nutritif des substances vénéneuses pour les autres, c'est la maladie, c'est l'*auto-infection*. C'est aussi la maladie lorsqu'il se produit dans le tube digestif, aux dépens des déchets des aliments, des substances toxiques, comme dans le cas de dilatation de l'estomac; c'est encore la maladie lorsque des éléments vivants étrangers, tels que les microbes, s'introduisent dans l'organisme, y accumulant les déchets de leur nutrition qui sont habituellement toxiques. La maladie ainsi définie peut

être étudiée et attaquée par les méthodes scientifiques ordinaires; elle se rattache du reste à la Biologie générale, car parmi les substances anormalement déversées dans l'organisme il en est, notre confrère Armand Gautier l'a démontré, qui, au lieu de le tuer ou de l'affaiblir momentanément, le modifient d'une façon durable et peuvent devenir le point de départ d'espèces ou de variétés nouvelles.

Le ralentissement de la nutrition entraîne, de son côté, tout un cortège de maladies qu'on voit apparaître successivement ou simultanément sur le même individu, s'installer dans une famille, l'une ou l'autre frappant presque tous ses membres, et qui, en raison de leur association fréquente, apparaissent comme unies par un même lien. Telles sont l'oxalurie, la lithiase biliaire, l'obésité, le diabète sucré, la gravelle, la goutte, l'asthme, la migraine, etc., qui semblaient autrefois sans aucun rapport. Elles peuvent être héréditaires ou acquises.

Mais pour que toutes ces idées prennent corps, il faut, ce que leur précision rend possible, les confirmer par l'observation et par l'expérience. Déjà médecin, Bouchard se fait en outre chimiste et physicien ; ses observations cliniques, son laboratoire viennent au secours de ses idées, et c'est parce qu'ils sont appuyés de la sorte que les Ouvrages où il les expose, ses *Leçons sur les auto-intoxications dans les maladies* (1885), son *Essai sur une théorie de l'infection*, son *Traité des maladies de la nutrition* (1882), son travail sur *Les microbes pathogènes* (1892), son *Traité de Pathologie générale* en collaboration avec le Dr Roger (1895-1897) et ses autres publications ont exercé tout de suite une influence considérable sur les jeunes générations de médecins et contribué à diriger la Médecine elle-même dans une voie nouvelle et féconde. Sur bien des points d'ailleurs, le fonctionnement normal de l'organisme a retenu l'attention de Bouchard, qui s'est ainsi égalé aux plus habiles physiologistes : la fonction épuratrice du foie et celle du rein ont été notamment de sa part l'objet de recherches expérimentales attentives et révélatrices.

Dans une autre direction, ses études sur les dégénérations secondaires de la moelle épinière, sur les anévrysmes miliaires du cerveau qui sont la cause la plus commune des hémorragies cérébrales, sur les vergetures indélébiles que la fièvre typhoïde provoque fréquemment au niveau des grandes articulations, chez les jeunes gens en voie de croissance ; sur la perte du réflexe rotulien dans le diabète sucré, sur l'action des poisons urinaires, etc., sont des travaux de premier ordre.

Il a le premier démontré que les rougeurs durables que développe sur la

peau l'action du Soleil et qu'on appelle couramment des *coups de Soleil* étaient produites non par ses rayons calorifiques, mais par ses rayons chimiques, et cette étude des radiations solaires l'a conduit à s'occuper des radiations nouvellement découvertes par Röntgen et par les Becquerel. C'est ainsi qu'il a été amené à publier un *Traité de Radiologie médicale* auquel ont collaboré presque tous les médecins au courant des procédés et des services de ce mode nouveau d'investigation.

Il est impossible d'énumérer ici tous les travaux de détail qu'on doit à Bouchard; il faudrait pour cela refaire l'histoire de la Médecine depuis cinquante ans. Mais son rôle ne s'est pas borné à faire progresser la Médecine expérimentale, comme aurait dit Claude Bernard, il a plus que personne contribué à la réforme de l'enseignement médical qui en a reçu une grande impulsion. Longtemps il a présidé la Société de Biologie et, par suite de la démission d'Henri Becquerel devenu de président Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, alors qu'il était lui-même vice-président, il a présidé deux années de suite la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences et il s'est trouvé qu'à la dernière présidence il était en même temps président de l'Institut. Il a été ainsi amené à prononcer trois discours où il s'est montré non seulement également bien informé dans toutes les branches des Sciences, dans les questions d'ordre économique, et aussi en ce qui touche les Beaux-Arts et la Littérature. Dans l'un d'eux il s'est occupé de la question de la dépopulation et des remèdes à lui opposer; après un rapide examen des causes et des palliatifs possibles de cet état de choses, il ne voit que deux solutions : l'augmentation par la colonisation de la surface habitable du globe; l'augmentation du travail utile, et il exprime l'espérance que « l'Homme achèvera la conquête absolue du globe et qu'il s'y établira en paix sans secousse et sans catastrophe ». Hélas! Il aura assez vécu pour voir que ce beau rêve est encore dans les plus vagues lointains de l'avenir!

Comme professeur et comme directeur d'études, Bouchard avait su conquérir la plus grande autorité sur ses élèves qui professaient pour lui, avec une vive admiration, un attachement profond. Cette autorité il la retrouvait partout : au Conseil supérieur de l'Instruction publique, à la Caisse des recherches scientifiques, dont il présidait une section; aux Congrès médicaux à l'étranger : Stockholm, Rome, Le Caire, à Berlin même où il fut accueilli avec les plus grands égards. Cette autorité se dégageait même de son attitude : tout le monde se rappelle ici cette physionomie énergique et puissante dont la gravité se tempérait volontiers d'un sourire d'une

condescendante bonté et qui n'était pas exempt parfois d'une fine pointe d'ironie.

C'est une des hautes figures de la Médecine française contemporaine qui disparaît et un grand deuil pour l'Académie des Sciences.

Ses obsèques fort simples ont eu lieu à Saint-Pierre-du-Vauvray, dans l'Eure.

ASTRONOMIE. — *Les travaux astronomiques de Fabri de Peiresc.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Dès le collège (¹), à Tournon, Peiresc s'applique aux mathématiques et étudie la manœuvre de l'astrolabe; même à cette époque il fait construire pour son usage un de ces instruments.

En 1604 il observe une remarquable conjonction de Saturne, Jupiter et Mars, puis la belle étoile nouvelle qui se montre dans le pied du Serpentaire et qui fut l'occasion d'un traité célèbre de Képler.

Informé immédiatement, par ses amis d'Italie, de la découverte des satellites de Jupiter par Galilée (7 janvier 1610) il se procure au plus tôt une lunette qu'il reçut au mois de novembre suivant. Il observe assidûment les nouveaux astres, dans un observatoire (²) organisé dans sa maison d'Aix (³), et en se faisant aider par un bon observateur, Jean Lombard. En

(¹) Voir page 469 de ce Volume.

(²) Les observatoires de cette époque, peu différents d'une habitation ordinaire, ne se composaient guère que d'une terrasse dégagée, en plein air, ou d'une simple chambre percée d'ouvertures diversement orientées, permettant de voir de tous côtés. Les observations se faisaient très souvent près de l'horizon; et quand la partie nécessaire de cet horizon n'était pas libre, on s'installait à l'extérieur, dans un jardin clos.

Dans cette période et la suivante nous verrons souvent les astronomes de Paris s'installer ainsi dans les dépendances d'anciens hôtels, hospitaliers aux savants, et dont les maîtres tenaient à honneur de prendre part aux observations, même avec des invités qui parfois gênaient les astronomes.

Les mêmes conditions, un horizon dégagé, de hautes ouvertures diversement orientées, suffisaient encore plus d'un demi-siècle après, ce qui explique la disposition de la Tour de Copenhague, de l'Observatoire de Paris, etc.

(³) Plus tard, en 1633 et peut-être avant, il en fit élever un autre qui était placé au-dessus de sa maison d'Aix; malgré cela les hauteurs environnantes y gênaient parfois les observations.

même temps il presse Valavez son frère, alors à Paris, de lui faire construire des verres de lunettes.

Associant ses efforts avec ceux de Joseph Gaultier, prieur de la Valette, aidé lui-même par deux jeunes étudiants, Pierre Robert et J.-B. Morin le futur astrologue, il réunit un certain nombre d'observations et dresse pour ces satellites des Tables qu'il se proposait de publier; même il s'était procuré des observations de Galilée et de Képler pour les perfectionner. Mais apprenant que Galilée travaillait sans relâche à former de pareilles Tables, il se désista de son entreprise ([1]), peut-être un peu trop modestement, comme dit Pingré. Il eut aussi l'idée d'employer les configurations de ces satellites pour la détermination des longitudes terrestres et le perfectionnement de la Géographie. Dès cette époque il envoya Jean Lombard dans le Levant pour appliquer cette méthode.

En 1612 il observa l'éclipse de Soleil du 29 mai, et dans les années suivantes il continua ses observations astrophysiques, car il ne paraît avoir jamais eu d'instruments de dimensions relativement grandes pour la mesure des hauteurs et des distances angulaires ([2]). D'ailleurs son état de santé, puis son départ pour Paris, avec du Vair (1616), l'auraient empêché de faire des observations assidues.

Plus tard, revenu définitivement à Aix, on ne le voit s'occuper d'Astronomie qu'en 1628; cette année il observe l'éclipse de Lune du 20 janvier avec J. Gaultier et Gassendi, spécialement invités par lui à cet effet : il en conclut que la longitude Paris-Aix est de 14 minutes ou 3°,5, valeur relativement exacte, bien plus exacte même que celle admise par certains géographes réputés qui, 50 ans plus tard, faisaient encore passer le méridien de Paris par Valence en Dauphiné.

L'année suivante la peste l'éloigna d'Aix pour 3 ans; retiré à Belgentier, il se prépara cependant pour l'observation des passages annoncés de Vénus ([3]) et de Mercure devant le Soleil, et même il excita le zèle des

([1]) Galilée avait donné à ces satellites le nom global d'*Astres de Médicis*. Peiresc donna à chacun d'eux un nom particulier emprunté à divers membres de la même famille de Médicis, mais qui n'ont pas été adoptés.

([2]) C'est ce que dit Requier, page 173, et cela résulte aussi du fait que certains de ses collaborateurs, comme Agarrat ou Corberan, étaient obligés de se construire ou d'emprunter de tels instruments.

([3]) Ce passage de Vénus, annoncé par Képler, n'eut pas lieu; on sait aussi que les passages de Mercure sont bien plus fréquents que ne le dit Peiresc un peu plus bas.

astronomes ses voisins, car le 13 août 1631, il écrivait à Pierre d'Antelmi (1), à Fréjus :

Entre autres nous avons eu quelques opuscules du pauvre feu Keplerus qui sont maintenant ès mains de M. le Prieur de la Valette à Aix, concernant les petits Ecclypses de Soleil qui doivent arriver à ces mois de Novembre et Décembre, non par l'interposition du corps de la Lune, mais à celle des Planettes de Vénus et de Mercure qui seront aussi belles à observer qu'elles sont rares, n'arrivant qu'une fois en plusieurs centaines d'années, par où l'on pourra tirer d'excellentes consequences de la proportion de leur grandeur et de leur distance ou esloignement de la Terre.

En 1633 Peiresc s'attacha quelque temps aux observations de taches solaires, dont le siège était encore discuté. Cette année même, Malapertius (2), renouvelant l'opinion de Tarde (3), les regardait comme des satellites du Soleil; et cette idée malencontreuse paraît avoir eu alors quelques partisans : Peiresc, qui ne se prononce pas nettement, se rangerait cependant plutôt à cette opinion qu'à celle qui les place dans le Soleil même.

C'est avec J. Gaultier que Peiresc observa l'éclipse de Soleil du 8 avril de la même année (P. — C_1. VII, 79). A cette occasion il remarque combien il est désirable que cette éclipse ait été observée à Uranibourg, dont le méridien est celui des Tables Rudolphines; sinon il faudra, dit-il, y faire observer l'éclipse du 14 mars 1634. A la même époque Peiresc voulait faire déterminer aussi la longitude d'Alexandrie : comme on voit, ce sont

---

(1) Alors vivaient à Fréjus *Nicolas d'Antelmi*, chanoine, et *Pierre d'Antelmi*, son neveu qui devint chanoine également. L'un et l'autre s'occupaient d'astronomie; et de 1614 à 1636, Peiresc leur adressa un assez grand nombre de lettres (P. — C_1. VII, 64-84). Dans celle du 23 février 1632 (p. 75), il conseille Pierre sur la manière de disposer sa lunette; et l'année suivante (p. 77-78) il l'engage à venir à Aix observer l'éclipse de Soleil du 8 avril. Ce Pierre d'Antelmi faisait à Fréjus, en 1636, des observations météorologiques dont il envoyait le « diaire » à Peiresc (p. 81 et 84).

(2) *Austriaca sidera heliocycla astronomicis hypothesibus illigata*, operâ R. P. Caroli Malapertii Belgœ Montensis, è Soc. Jesu. Duaci 1633. — Né à Mons en 1581, Charles Malapert mourut le 5 novembre 1630 en se rendant à Madrid, où il était envoyé pour enseigner les mathématiques. Ad. Quetelet (*Histoire des Sciences mathématiques et physiques chez les Belges*, 1871, p. 199) lui a consacré une Notice à laquelle nous renvoyons, en ajoutant toutefois que d'après une lettre de Gassendi (P. — C_1. IV, 199) il était en 1629, recteur des Jésuites à Arras.

(3) J. TARDE, *Borbonia sidera*... Parisiis, 1620. Cet Ouvrage parut en français en 1623. Jean Tarde fut chanoine de Sarlat; on ignore la date de sa naissance et celle de sa mort. En 1638 il publia *Les usages du quadrant à l'esguille aymantée*.

les idées qui, un demi-siècle plus tard, quand on eut des moyens plus pratiques et plus précis pour déterminer les longitudes, firent décider le voyage de Picard à Uranibourg. Quant à celui d'Alexandrie, il ne put être entrepris.

Peiresc, qui observa aussi l'éclipse de Lune du 14 mars 1634 (1), consacra le reste de sa carrière astronomique à deux œuvres de plus longue haleine, le perfectionnement de la Géographie et une Sélénographie.

Perfectionnement de la Géographie. — Les latitudes jusque-là déterminées étaient assez incertaines, et les différences de longitude se trouvaient extrêmement erronées. Peiresc s'attacha vivement à leur amélioration, et cet effort constitue certainement ce qu'il a fait de plus utile en Astronomie.

Il se proposa de réunir un grand nombre d'observations des éclipses de Lune du 3 mars et du 27 août 1635 (2). A cet effet, non seulement il s'adressa à ses nombreux amis de France, d'Italie, d'Allemagne, mais encore il distribua dans les pays éloignés des lunettes, des quarts de cercle et des modèles d'observation. C'est ce qu'il fit notamment pour le P. Célestin de Sainte Lidwine (3), à Alep, pour le P. Agathange de Vendôme (4), supérieur de la mission du Caire, pour le P. Thomas de Vendôme et pour Thomas d'Arcos, qui habitait Tunis.

---

(1) Dans cette observation, Peiresc fut aidé (P. C_1. IV, p. 475) par Corberan et par Meynier; nous manquons de renseignements sur celui-ci, qui avait prêté son « grand carré » et qui paraît être le même que « Louis Meynier, Religieux de Lérins homme sçavant et appliqué à l'étude des Mathématiques », dont parlent Gassendi, (*Vita*, p. 255) et Requier (*Vie*, p. 271), à l'année 1632.

Le 3 mars 1635 un jeune homme du même nom aidait Gassendi, à Aix, dans l'observation de l'éclipse de Lune de ce jour (*Gass. Op.*, IV, 259).

D'après un manuscrit de J. N. De l'Isle (A. A., 1,8) un D.-L. Maynerius, Abbas Cassiniensis, fit imprimer en 1658 quelques réflexions et corrections sur les petites Tables rudolphines de J.-B. Morin.

(2) Peiresc observa lui-même cette éclipse à Aix, avec le P. Théophile Minuti (P. — C_1. IV, 534). Comme il fallait avoir un horizon dégagé, Peiresc avait envoyé Corberan avec le peintre Martel et Chaillan, fils du clerc du greffe, sur une montagne voisine.

(3) Ce P. Célestin, carme déchaussé, Jacques Golius de son nom de famille, a traduit en arabe divers ouvrages de religion. Il était le frère aîné du célèbre orientaliste du même nom.

(4) Ce qu'on sait sur ce missionnaire astronome (martyrisé en Abyssinie en 1638) et sur quelques autres religieux du même ordre que nous mentionnons, se trouve dans P. — Ap. de V., 321.

Voici, par exemple, ce qu'il écrivait à ce P. Agathange, le 17 mai 1635 (¹) :

Il faudra se servir de ces lunettes de longue veüe qu'on appelle des porte veües, mais non des longues, qui seroient trop incommodes et mal propres à cet usage, ains des plus courtes, pourveu qu'elles soint claires, affin de voir le corps de la lune bien despouillé de ses faulx rayons. Car, à plein œil, le globe de la lune illuminé paroit beaucoup plus grand qu'il n'est en effaict, et consequemment la partie ecclipsée paroit plus petite qu'elle n'est réellement, ainsy qu'il se justifie par l'application desdictes lunettes, où vous verrez, par exemple, arriver l'ecclipse ou l'ombre jusques au centre du corps de la lune, et, si vous la regardez sans lesdictes lunettes, il s'en faudra plus d'un poulce que l'ombre n'arrive jusques au centre du globe esclairé, ce qui rend les autres observations grandement faultives quand on ne prend bien garde à cela. Si vous pouviez bien marquer precisement le temps du commencement de ladite ecclipse et celuy de la totale obscurité du globe lunaire, et celuy auquel elle commencera de recouvrer sa lumière, ce sont les principaulx poincts ou mouvements, et plus capables de donner des fondements aux rares consequences qui se peuvent tirer. Mais il ne seroit pas inutile si vous pouvez aussy marquer les temps et les moments que l'ombre couvre aussy un poulce du globe, et puis deux poulces, et ainsin du restant, si vous ou quelque autre se peult donner la patience. La question est de pouvoir marquer ce temps par des horloges si bien adjustées qu'il s'y puisse prendre quelque bon argument de certitude. Mais il serait meilleur et plus indubitable si vous pouviez avoir quelque instrument pour prendre les haulteurs de quelques estoilles fixes, de celles du levant ou du ponent assez haultes sur l'orizon, et neantmoins assez éloignées du méridien pour y pouvoir asseoir quelque fondement solide. Car sur cela l'on pourroit, après, faire le calcul bien exact des moments du temps que vous les auriez observées, et de l'estat auquel seroit alors vostre ecclipse, et consequemment de la distance des lieux où vous serez d'avec ceux de la chrestienté où pareilles observations seront faictes le mesme jour, et encores de la conformité ou différence des temps que Ptolémée observoit en vos cartiers avec celuy où nous sommes. Il ne faudroit qu'un quart de cercle divisé en quatre-vingt-dix parties, et regarder à travers les pinnules d'iceluy l'estoile que vous choisirez, tandis qu'un plomb pendu du centre monstrera le degré de l'elevation de l'estoile. Et pour le commencement de l'ecclipse, il sera bon de prendre aussy l'elevation du corps de la lune, à le prendre par le haut ou par le bas. Mais il faudra marquer de quel œil vous observez, si ce sera du gauche ou du droit, cela n'estant pas inutile et pouvant causer de l'erreur, et fault y prendre garde bien soigneusement, mesme quand vous regarderez dans la lune et par les pinnules du quarré geometrique, ou aultrement. Vous aurez là cette ecclipse deux heures plus tost que nous, ou environ, et n'y durera pas

(¹) J'avais cru d'abord que de telles instructions avaient été envoyées auparavant par Peiresc, car on les trouve, sous une autre forme, dans une lettre au P. Célestin (P. — C_1. VII, 855) portant la date du 29 avril 1633; mais, par les phénomènes astronomiques mentionnés dans cette lettre, on voit qu'elle est de 1635; la date de 1633 provient de quelque erreur.

tant, parce que le jour vous surprendra plus tost. Et ce sera ce qui sera le plus beau à remarquer, car, quand vous ne marqueriez autre chose que le progrez de l'ombre sur le globe de la lune lors du poinct du lever et du coucher du soleil, si vous les pouvez voir en concurrence, comme je l'estime, en ces païs là qui sont si peu montueux, ce sera toujours une observation tres memorable et digne d'en faire tres grand cas à la posterité.

Puis, en *post-scriptum*, il l'avise de l'envoi d'un modèle d'observations, d'une petite lunette de « porte-veüe » et d'un petit quart de cercle.

On voit que Peiresc avait remarqué la différence systématique présentée par les résultats, selon que l'observation est faite à l'œil nu ou à la lunette, et qui présentait alors une grande importance (1), car elle atteignait 5 minutes de temps. Aussi la signale-t-il également aux autres observateurs, à d'Arcos (2) par exemple.

Dans une lettre à celui-ci, datée du 11 mai 1635 (P. — C_1. VII, 153), il donne plus de détails sur les quarts de cercle qu'il distribuait ainsi et qui montrent combien étaient grossiers les instruments avec lesquels on pouvait encore faire des observations utiles.

Depuis celle que je vous escrivis ces jours passez fort à la haste sur le subjet de l'Ecclypse que je desirerois vous faire observer le 28 aoust prochain de grand matin, je me suis advisé de vous faire envoyer à tout hazard un petit quart de cercle en cartoucin (1) que vous pourrez faire plaquer sur un ais de bois ou sur un carton plus fort et relever les deux pinnules qui sont couchées (2) affin de les mettre à l'angle droit sur le plan dudit instrument pour vous en servir à prendre les dimensions de la hauteur du soleil, quand vous voudrez regler le vray moment de l'heure de voz horologes en faisant passer le rayon du soleil par la petite bresche ou coche desdites pinnules et pour prendre aussi la hauteur... et pour cet effet il faudra tenir ce petit instrument, en sorte que par la pente desdites pinnules, vous puissiez voir l'estoile ou le

---

(1) De son côté, Gassendi avait également remarqué cette différence systématique, ainsi qu'il l'écrivait à Peiresc le 3 septembre 1635.

(2) Th. d'Arcos, né à la Ciotat en 1568, fut, fort jeune encore, secrétaire du cardinal de Joyeuse. Ensuite il cultiva les lettres. Il fit sur mer de fréquents voyages pour connaître les mœurs et usages des peuples de l'Asie et de l'Afrique, ainsi que les sciences, etc. En 1628, il fut pris en mer par des corsaires et emmené en esclavage à Tunis. Étant parvenu à payer sa rançon, il simula une conversion à l'islamisme et continua d'habiter Tunis, où Peiresc lui écrivait. On ignore la date de sa mort. (Voir P. — C_2. XV.)

(3) Variante : « en carton ».

(4) Variante : « pour les pouvoir transporter plus commodément ».

bord de la lune que vous voudrez mesurer : car lors le filet pendant (¹) vous monstrera sur les degrez du quart de cercle de quelle hauteur sera relevée ladite estoile sur l'horizon....

Malgré ces instructions, les correspondants de Peiresc, mal préparés à ce genre d'observations, se sentaient incapables de satisfaire à ses désirs. Par exemple, d'Arcos lui répondait de Tunis, le 16 février 1636 :

...J'ay receu le quart de cercle et la lunette de porte veuë qu'il vous a pleu de m'envoyer. Je suis bien marry de me retrouver en l'impossibilité de vous obéir, et honteux de n'en avoir la capacité; car voz questions pour leur multiplicité et curiosité appartiennent à des gens de plus grand savoir et expérience que moy.... Pour le fait de la situation des montagnes et de leur figure, dimension, et qualité que vous marquez, je ne puis en aucune façon vaquer à ceste recherche parcequ'elle requiert un homme dispos et actif, et je suis mal sain et pesant, et mon aage ne peut à present soufrir ces courvées : et commetre à cela quelqu'un, je vous supplie de croire que la barbarie ne produit point de gentz qui en ayent la capacité, et comme les Arabes par le passé ont esté doctes, peut estre que vous vous imaginez que les reliques de leur sçavoir ont transpassé à leur postérité. Ilz sont cent fois plus barbares et ignorantz que les Grecz qui habitent aujourd'hui Athènes. Quant aux flux et reflux des mers de ceste coste...

Mais Peiresc, qui plus d'une fois s'était heurté à de telles objections, revenait à la charge, présentait les choses comme si faciles, et d'ailleurs si pleines de gloire, que le correspondant devait tenter malgré tout. Ainsi, au même d'Arcos il ajoutait, le 30 mai 1636 :

Au pis aller, quand vous irez vous promener au bord de la mer, vous y en verrez assez de vestiges pour me contenter si vous voulez sans allez gueres plus loin que cela, et ne serez pas marry de m'avoir fourni ceste matière de vous donner un jour quelque bien agréable entretien.

Il y a plus de peine et de difficulté aux observations celestes, mais beaucoup moins pourtant que vous n'en imaginez, car j'en ai fait faire en divers lieux à des simples Jardiniers, à des simples Libraires, Relieurs, à des Massons et autres artisans moins susceptibles, ce sembloit, de telles commissions, qui n'ont pas laissé de reussir très bien et de servir fort utilement.... Vous ne sçauriez croire de quelle importance seront vos observations en cela, à cause des vieilles presupositions qui avoint esté faictes de la distance de Carthage d'avec Arbelles où fust donnée ceste célèbre bataille du temps d'une Ecclypse notable qui fust veüe en mesme instant à Cartage soubz une heure differemment supputée. Car c'est possible de cela principalement que viennent les distances mal mesurées de toutes nos cartes geographiques depuis Cartage jusques au fond de la Méditerranée....

(¹) C'est le fil attaché au centre du quart de cercle et auquel était suspendue une balle de plomb pour donner la verticale.

BOTANIQUE. — *L'androcée des Tropéolacées.* Note de M. **Paul Vuillemin.**

L'octandrie des Tropéolacées, munies de cinq sépales, cinq pétales, trois carpelles, est un caractère insolite. Diverses tentatives ont été faites en vue de ramener la fleur à un type moins hétéromère. Leur échec tient à la méconnaissance de faits faciles à vérifier.

La fleur normale de Capucine passe pour un modèle de zygomorphie médiane. Cette opinion, basée sur l'aspect de la corolle, ne s'applique pas au pistil, car le carpelle postérieur est dévié, à gauche dans les fleurs dextres, à droite dans les fleurs sénestres, d'un angle estimé par Rohrbach à 12°. Les autres carpelles sont affectés d'une égale déviation.

La zygomorphie médiane ne se vérifie pas mieux pour l'androcée. Les huit étamines ne sont pas, comme on l'admet, équidistantes, divergeant entre elles de 45°. On a négligé de noter que les trois premières étamines répondent aux sutures du pistil divergeant entre elles de 120°.

Les étamines sont généralement numérotées suivant l'ordre d'apparition des rudiments observé par Ad. Chatin. Selon nos observations, l'ordre de déhiscence des anthères correspond aux indications de Chatin, du moins dans la majorité des cas; les étamines se succèdent alors dans l'ordre suivant : I, V, VIII, II, VII, III, IV, VI.

Malgré de légères variations dans l'ordre d'apparition des dernières pièces, tous les auteurs sont d'accord sur la position des trois premières, en plaçant l'étamine I à gauche dans les fleurs dextres, à droite dans les fleurs sénestres.

Étant donné que ces étamines divergent entre elles de 120° comme les carpelles et les espaces intercarpellaires, que de plus l'étamine I est séparée de l'étamine II par deux étamines et de l'étamine III par deux autres, la divergence moyenne des pièces consécutives ne dépasse pas 40° de I à II et de III à I. L'unique étamine interposée entre II et III en diverge de 60° si les intervalles sont égaux. Il est évident que les quatre étamines de droite ne sont pas symétriques des quatre étamines de gauche.

La symétrie n'est pas plus parfaite dans le calice. Les sépales I, II ont leurs deux bords découverts, les sépales IV, V sont couverts de part et d'autre; les premiers sont plus étroits avec une pointe verdâtre, les derniers sont plus larges, avec une texture plus pétaloïde. Le sépale III, mi-couvrant, mi-couvert, offre une structure mixte.

Par suite de la largeur du sépale III, supérieure à celle du sépale I, le sépale V est refoulé un peu en arrière du sépale IV et fait avec le sépale II un angle plus aigu que ce dernier. L'étamine II est aussi insérée plus postérieurement que l'étamine I. Ces deux étamines alternicarpiennes répondent au milieu des sépales V et IV. De même l'étamine III répond à la fois à la suture antérieure du pistil et à la portion couverte du sépale III.

Le calice n'est pas réellement pentamère; il se compose de deux cycles trimères, le sépale III résultant de la concrescence de la dernière pièce du premier avec un sépale VI, dernière pièce du second, comme la pièce mi-couvrante, mi-couverte dans un périgone de Lis accidentellement pseudo-pentamère. L'androcée, indépendant du premier cycle calicinal, comprend un premier cycle superposé aux trois sépales internes.

Il n'existe pas plus de trois étamines épisépales. Non seulement les étamines IV, V ne sont pas exactement superposées aux sépales I, II; mais, lors même qu'on se rattacherait à l'hypothèse d'un calice formé d'un seul cycle pentamère, on n'expliquerait pas l'apparition des étamines correspondant aux deux derniers sépales avant celle des étamines correspondant aux trois premiers.

Les cinq dernières étamines sont-elles épipétales? La position des étamines V, VI, VII, VIII est d'accord avec cette supposition; mais l'étamine IV ne répond pas plus au milieu du pétale I que l'étamine III, avec laquelle elle forme une paire insérée devant la face ventrale de ce pétale.

Nous avons ramené l'étamine III au cycle épisépale en considération de sa précocité et de sa position devant le sépale VI uni au sépale III. Admettons provisoirement que l'étamine IV a été refoulée par le premier occupant.

Comparons maintenant l'ordre d'apparition des étamines tardives avec celui des pétales. L'étamine VI répond, d'après Chatin, au pétale IV; Eichler lui assigne, devant le pétale III, la place réservée par Chatin à l'étamine VII. L'indication de Chatin se vérifie le plus souvent; mais nous avons vu aussi l'étamine VII devancer l'étamine VI. Si l'on nous concède que cette dernière disposition est la plus typique, le numéro d'ordre de chacune des cinq dernières étamines, diminué de 3 (nombre des étamines épisépales) est le même que celui du pétale correspondant. Cette remarquable concordance nous montre l'étamine IV aussi intimement liée au pétale I que l'étamine VIII au pétale V, etc.

Deux difficultés restent à résoudre : 1° pourquoi n'y a-t-il qu'une étamine

entre les étamines II et III, tandis que les autres pièces épisépales de l'androcée sont séparées par deux pièces épipétales? 2° pourquoi l'étamine IV est-elle latérale quand le pétale I est médian ?

La double aberration de la portion épipétale de l'androcée ne peut être déterminée que par une aberration de la corolle.

La zygomorphie qui oppose la corolle au reste de la fleur n'est pas un caractère primitif; c'est une modification d'un type actinomorphe.

L'aberration de la corolle dépend de la même cause que la déviation signalée dans le calice. Le pétale I doit être double comme le sépale III. L'examen direct n'en fournit pas la preuve; les deux moitiés ne se distinguent pas comme celles du sépale mi-externe, mi-interne. La Tératologie va nous fournir l'argument décisif en nous montrant, d'une part le pétale VI séparé du pétale I, d'autre part la sixième étamine épipétale séparée de l'étamine III, tandis que le sépale VI se dégage du sépale III.

Voici quelques exemples. Les nombres imprimés en caractères gras renvoient à la liste inédite de nos observations tératologiques concernant le *Tropæolum majus*.

Dans la fleur **141**, le sépale III, semblable au sépale I, en est séparé par un sépale interne VI, exactement médian, alternant avec deux pétales semblables du type antérieur, I et VI. Entre les deux étamines entraînées devant les pétales provenant du dédoublement du pétale I, se trouve une étamine médiane répondant à la fois au milieu du sépale interne dégagé du sépale III et à la suture antérieure du pistil, médiane dans cette fleur. Cette étamine épisépale est attardée, car elle ne s'ouvre que la cinquième. Les étamines I et II n'ont pas subi de modification; chacune d'elles est séparée de l'étamine médiane par deux étamines épipétales. La fleur serait régularisée sur le type 3, si la contraction habituelle de la lèvre antérieure ne s'était reportée sur la postérieure. En effet, le sépale II s'est uni au sépale IV, comme le sépale III au sépale VI dans les fleurs normales; les pétales II et V ne font qu'un, tout en gardant les caractères de la lèvre postérieure; l'éperon est invaginé devant cette pièce médiane; les étamines V et VIII sont également confondues.

La fleur **128** touche de plus près à la pélorie ditrimère, le pétale V ayant seul gardé quelques veines malgré son onglet contracté et ses marges frangées. L'appareil sécréteur est réduit à un petit cône glandulaire inséré devant ce pétale. Mais la fleur est incomplète. Le sépale VI est dégagé moins complètement que dans la fleur **141**, tandis que le sépale IV est soudé au sépale II. La corolle présente deux lacunes correspondant aux sutures des sépales doubles; elle est réduite à quatre pétales I, III, IV, V. L'androcée compte neuf pièces; les trois étamines les plus précoces répondent aux sépales internes; la seconde dans l'ordre de déhiscence est placée entre le sépale VI soudé par la base au sépale III et la suture antérieure du pistil, médiane comme dans la fleur précédente; la fleur est sénestre, avec le sépale I et l'étamine I

à droite. Les six étamines épipétales sont développées malgré l'absence des pétales II et VI; seulement l'étamine V forme avec l'étamine I une pièce surmontée d'une anthère bifide.

La fleur **11** n'est pas modifiée dans sa moitié gauche; c'est dire que les sépales I, II, IV, les pétales I, II, IV, les étamines I, IV, V, VI, le pistil, occupent la position normale dans les fleurs dextres. Dans la moitié droite, le sépale VI, en se libérant, a refoulé le sépale III qui s'est uni au sépale V; en même temps la seconde étamine épisépale avortait. Le pétale VI, prenant la place du pétale III, a rejeté ce dernier derrière le pétale V; l'éperon quadruple reçoit des nervures des pétales II, V, III, VI. Nous avons six étamines correspondant aux six pétales et deux épisépales.

Nous avons encore six sépales libres, trois externes et trois internes dans la fleur **156**. Il en est à peu près de même dans la fleur sénestre **164**, sauf que le sépale V s'est soudé au pétale V et à l'étamine II abortive.

Le plus souvent la libération du sépale VI, quand elle est totale (fleurs **27**, **145**, **150**, **185**) entraîne l'union du sépale III avec le sépale V.

Dans la fleur sénestre **135**, le sépale IV est uni au pétale II, le sépale VI au pétale I; le pétale VI n'est représenté, comme le pétale IV, que par l'étamine correspondante. Dans la fleur **100**, la place du pétale VI est indiquée par une étamine prématurément flétrie. Cette dernière forme une pièce bifide avec l'étamine superposée au sépale VI dans la fleur **42**, où l'atrophie est reportée sur l'étamine répondant au pétale III, absent comme le pétale VI.

De ces faits, dont nous pourrions allonger la liste, il résulte que l'androcée typique comprend trois étamines épisépales et six étamines épipétales. Celles-ci ne forment pas un cycle distinct de la corolle et n'influencent pas la phyllotaxie.

Le nombre total est réduit à huit dans la fleur normale, parce que la sixième étamine épipétale se confond avec la troisième épisépale, comme le pétale VI avec le pétale I, comme le sépale VI avec le sépale III.

Le type régularisé de la fleur des Tropéolacées paraît avoir été rencontré par Voith, qui signale, en 1831, une pélorie sans éperon répondant à la formule brute

$$6S + 6P + 9E + 3C.$$

La formule théorique est

$$3S + 3S' + 3(2PE) + 3E' + 3C.$$

CORRESPONDANCE.

BALISTIQUE. — *Sur la méthode d'Otto.* Note de M. J. Haag, présentée par M. Appell.

Soit un arc de trajectoire AB, qu'on veut construire par la méthode d'Otto, en partant du point A, que nous supposerons à l'origine des coordonnées. Soient (X, Y) les coordonnées véritables du point B et (X_1, Y_1) les coordonnées approchées auxquelles conduit la méthode. Je me propose d'évaluer les erreurs $\Delta X = X - X_1$ et $\Delta Y = Y - Y_1$.

Désignons par τ l'angle polaire de la tangente en un point M quelconque de la courbe et soient α et ω les valeurs de cet angle en A et en B. Supposons que, dans l'application de la méthode d'Otto, l'arc AB ait été divisé en n arcs partiels, par des points dont les angles polaires des tangentes croissent en progression arithmétique, de raison $h = \frac{\omega - \alpha}{n}$. Soit MM′ un de ces petits arcs. Appelons (x, y) les coordonnées du point M, (x', y') celles du point M′, τ l'angle polaire de la tangente en M, $\tau + h$ celui de la tangente en M′, s l'abscisse curviligne du point M, $s + \Delta s$ celle du point M′. La méthode d'Otto consiste, comme on sait, à remplacer l'arc MM′ par le vecteur (MM'_1), de longueur Δs et d'angle polaire $\tau + \frac{h}{2}$. Soient (x'_1, y'_1) les coordonnées du point M'_1 ainsi obtenu. On a évidemment

$$(1) \qquad \Delta X = \Sigma(x' - x'_1), \qquad \Delta Y = \Sigma(y' - y'_1).$$

Cela posé, considérons h comme l'infiniment petit principal et calculons les parties principales de $x' - x'_1$ et de $y' - y'_1$.

Nous avons

$$(2) \qquad x' = x + h\frac{dx}{d\tau} + \frac{h^2}{2}\frac{d^2x}{d\tau^2} + \frac{h^3}{6}\frac{d^3x}{d\tau^3} + \ldots,$$

$$(3) \qquad y' = y + h\frac{dy}{d\tau} + \frac{h^2}{2}\frac{d^2y}{d\tau^2} + \frac{h^3}{6}\frac{d^3y}{d\tau^3} + \ldots,$$

$$(4) \qquad x'_1 = x + \Delta s \cos\left(\tau + \frac{h}{2}\right), \qquad y'_1 = y + \Delta s \sin\left(\tau + \frac{h}{2}\right).$$

Or

$$\Delta s = h\frac{ds}{d\tau} + \frac{h^2}{2}\frac{d^2 s}{d\tau^2} + \frac{h^3}{6}\frac{d^3 s}{d\tau^3} + \ldots,$$

$$\cos\left(\tau + \frac{h}{2}\right) = \cos\tau - \frac{h}{2}\sin\tau - \frac{h^2}{8}\cos\tau + \ldots,$$

$$\sin\left(\tau + \frac{h}{2}\right) = \sin\tau + \frac{h}{2}\cos\tau - \frac{h^2}{8}\sin\tau + \ldots.$$

D'autre part, si ρ désigne le rayon de courbure en M, on a

$$\frac{ds}{d\tau} = \rho, \qquad \frac{d^2 s}{d\tau^2} = \frac{d\rho}{d\tau}, \qquad \frac{d^3 s}{d\tau^3} = \frac{d^2\rho}{d\tau^2};$$

$$\frac{dx}{d\tau} = \rho\cos\tau, \qquad \frac{d^2 x}{d\tau^2} = -\rho\sin\tau + \frac{d\rho}{d\tau}\cos\tau,$$

$$\frac{d^3 x}{d\tau^3} = -\rho\cos\tau - 2\frac{d\rho}{d\tau}\sin\tau + \frac{d^2\rho}{d\tau^2}\cos\tau,$$

$$\frac{dy}{d\tau} = \rho\sin\tau, \qquad \frac{d^2 y}{d\tau^2} = \rho\cos\tau + \frac{d\rho}{d\tau}\sin\tau,$$

$$\frac{d^3 y}{d\tau^3} = -\rho\sin\tau + 2\frac{d\rho}{d\tau}\cos\tau + \frac{d^2\rho}{d\tau^2}\sin\tau.$$

Portons ces expressions dans (2), (3), (4); ordonnons suivant les puissances croissantes de h, jusqu'au terme en h^3 et formons les différences $x' - x'_1$ et $y' - y'_1$, Il vient, tous calculs faits,

$$(5)\qquad \begin{cases} x' - x'_1 = -\dfrac{h^3}{24}\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\sin\tau + \rho\cos\tau\right) + \ldots, \\ y' - y'_1 = \dfrac{h^3}{24}\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\cos\tau - \rho\sin\tau\right) + \ldots. \end{cases}$$

Dès lors, les parties principales de ΔX et ΔY sont

$$(6)\qquad \begin{cases} \overline{\Delta X} = -\dfrac{h^2}{24}\left[\Sigma h\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\sin\tau + \rho\cos\tau\right)\right], \\ \overline{\Delta Y} = \dfrac{h^2}{24}\left[\Sigma h\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\cos\tau - \rho\sin\tau\right)\right]. \end{cases}$$

Mais chacun de ces deux crochets équivaut, à un infiniment petit près, à une intégrale définie et l'on peut encore écrire

$$(7)\qquad \begin{cases} \overline{\Delta X} = -\dfrac{h^2}{24}\displaystyle\int_\alpha^\omega\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\sin\tau + \rho\cos\tau\right)d\tau, \\ \overline{\Delta Y} = \dfrac{h^2}{24}\displaystyle\int_\alpha^\omega\left(2\dfrac{d\rho}{d\tau}\cos\tau - \rho\sin\tau\right)d\tau. \end{cases}$$

Les intégrales se calculent immédiatement. On a, par exemple,

$$\int_{\alpha}^{\omega}\left(2\frac{d\rho}{d\tau}\sin\tau+\rho\cos\tau\right)d\tau=2(\rho\sin\tau)_{\alpha}^{\omega}-\int_{\alpha}^{\omega}\rho\cos\tau\,d\tau=2(\rho_B\sin\omega-\rho_A\sin\alpha)-X.$$

Finalement, nous avons

$$(8)\quad\left\{\begin{aligned}\overline{\Delta X}&=-\frac{h^2}{24}[2(\rho_B\sin\omega-\rho_A\sin\alpha)-X],\\ \overline{\Delta Y}&=\frac{h^2}{24}[2(\rho_B\cos\omega-\rho_A\cos\alpha)+Y].\end{aligned}\right.$$

Telles sont les parties principales des erreurs ΔX et ΔY. On peut, d'ailleurs, y remplacer, sans inconvénient, X et Y par les valeurs approchées X_1 et Y_1.

Ceci nous montre que l'erreur commise, dans la méthode d'Otto, est du second ordre par rapport à h. Mais il y a mieux. Il est clair que, si l'on ajoute à X_1 et à Y_1 les quantités $\overline{\Delta X}$ et $\overline{\Delta Y}$ données par les formules (8), on obtiendra des quantités qui ne différeront plus de X et de Y que par des infiniment petits du troisième ordre au moins. Cette correction, d'ailleurs très simple, pourra être effectuée pour n'importe quel point de la trajectoire et augmentera beaucoup la précision de la méthode.

PHYSIQUE. — *L'expérience de Fizeau pour différentes couleurs du spectre.* Note (1) de M. **P. Zeeman**, présentée par M. G. Lippmann.

L'expérience célèbre de Fizeau sur l'entraînement des ondes lumineuses sera toujours d'une importance fondamentale pour l'électrodynamique des corps en mouvement. On sait qu'elle a été conçue dans le but de vérifier l'hypothèse qu'on doit au génie de Fresnel.

Si la vitesse de la lumière dans le vide est désignée par c, l'indice de réfraction d'une colonne liquide qui se déplace par n, et la vitesse du fluide relative à l'observateur par v, on aura selon Fresnel pour la vitesse résultante

$$\frac{c}{n}\pm\left(1-\frac{1}{n^2}\right)v.$$

La vitesse correspondant à l'état de repos est augmentée ou diminuée

(1) Séance du 4 octobre 1915.

(selon la direction du mouvement) d'une fraction déterminée de la vitesse v. Cette fraction $1 - \frac{1}{n^2}$ est le coefficient d'entraînement de Fresnel, dont Lorentz en 1892 a rendu compte dans la théorie électromagnétique de la lumière d'une manière à la fois claire et quantitativement précise.

Néanmoins la vitesse de lumière est si grande par rapport à celles que nous savons communiquer aux corps, qu'il semblerait tout à fait impossible d'observer les changements de vitesse prévus par Fresnel. Fizeau a su triompher des difficultés expérimentales par son principe extrêmement ingénieux, de faire revenir les deux rayons interférents sur leur chemin.

De cette manière les rayons interférents suivent non seulement des trajets équivalents, mais identiques, et l'effet de changements de pression et de température dans la colonne mobile est nécessairement éliminé.

Les expériences de Fizeau (*Comptes rendus*, t. 33, 1851, p. 349, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. 57, 1859, p. 385) étaient favorables à la théorie de Fresnel, mais l'exactitude des observations était assez restreinte, par des causes détaillées par Fizeau lui-même. L'emploi de la lumière blanche du Soleil était nécessaire dans ces expériences.

En 1889, Michelson et Morley (*Am. Journ. of Science*, t. 31, p. 377) ont repris l'expérience de Fizeau. Ils faisaient usage de l'interféromètre de Michelson, de sorte que les franges d'interférence étaient beaucoup plus brillantes et plus larges; aussi les savants américains travaillaient sur une plus grande échelle que Fizeau. Le résultat de trois séries concordantes, avec de la lumière blanche d'une lampe à arc, était que la fraction avec laquelle il faut multiplier la vitesse a, dans le cas de l'eau, la valeur 0,434. Pour la lumière jaune du sodium, le coefficient d'entraînement de l'eau se calcule à 0,437. Cette concordance entre la théorie et l'observation est excellente.

Cependant, en 1895, Lorentz a démontré qu'on devait remplacer la formule simple de Fresnel par $1 - \frac{1}{n^2} - \frac{\lambda}{n}\frac{dn}{d\lambda}$, parce qu'on doit tenir compte du changement de fréquence de Doppler. Cette expression complétée devient 0,451 pour la lumière du sodium.

L'accord entre la formule avec le terme de Lorentz et l'expérience est devenu moins satisfaisant que l'accord entre elle et la forme simple de Fresnel. C'est cette divergence qui est mon excuse d'avoir répété une expérience, exécutée par des maîtres dans l'art expérimental. Comme l'a remarqué M. Laue, la formule complète pour le coefficient d'entraînement se déduit facilement de la théorie de la relativité. Les doutes exprimés par MM. Max, B. Weinstein et G. Jaumann quant à l'existence du terme com-

plémentaire de Lorentz ne me semblent donc pas bien fondés. Il est pourtant d'importance qu'il ne plane aucun doute sur les résultats d'une expérience fondamentale.

La disposition adoptée dans mes expériences est la même que celle de Michelson et en diffère seulement dans quelques détails et par l'*emploi de lumière monochromatique*.

La longueur des tubes, d'un diamètre intérieur de 40^{mm}, était environ 3^m, de sorte que le chemin parcouru par chaque rayon de lumière était environ 6^m. Seule la partie centrale des tubes, limitée par des écrans circulaires de 10^{mm} de diamètre, était utilisée par la lumière. Les tubes étaient fermés à chaque extrémité par des lames de verre à faces bien planes et parallèles et de même épaisseur, coupées par Hilger dans des lames d'un spectroscope à échelons. L'excellence de ces lames et aussi une disposition spéciale, imaginée pour leur assurer une position exactement définie, ont contribué à rendre les franges d'une netteté remarquable.

Le courant d'eau utilisé dans mes expériences était très constant, étant dérivé d'un conduit d'eau principal à pression très constante. L'expérience pouvait être prolongée presque indéfiniment. C'est là un grand avantage sur les expériences de Fizeau et de Michelson, qui devaient être faites assez rapidement à cause de la quantité d'eau limitée. La pression de l'eau était différente dans les différentes séries d'observations que j'ai exécutées. La relation entre la pression de l'eau à l'origine du système de tubes et la vitesse moyenne était déterminée par des observations spéciales. Les résultats dans les différentes séries ont été réduits à une pression normale de $2,14\,\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$.

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau suivant :

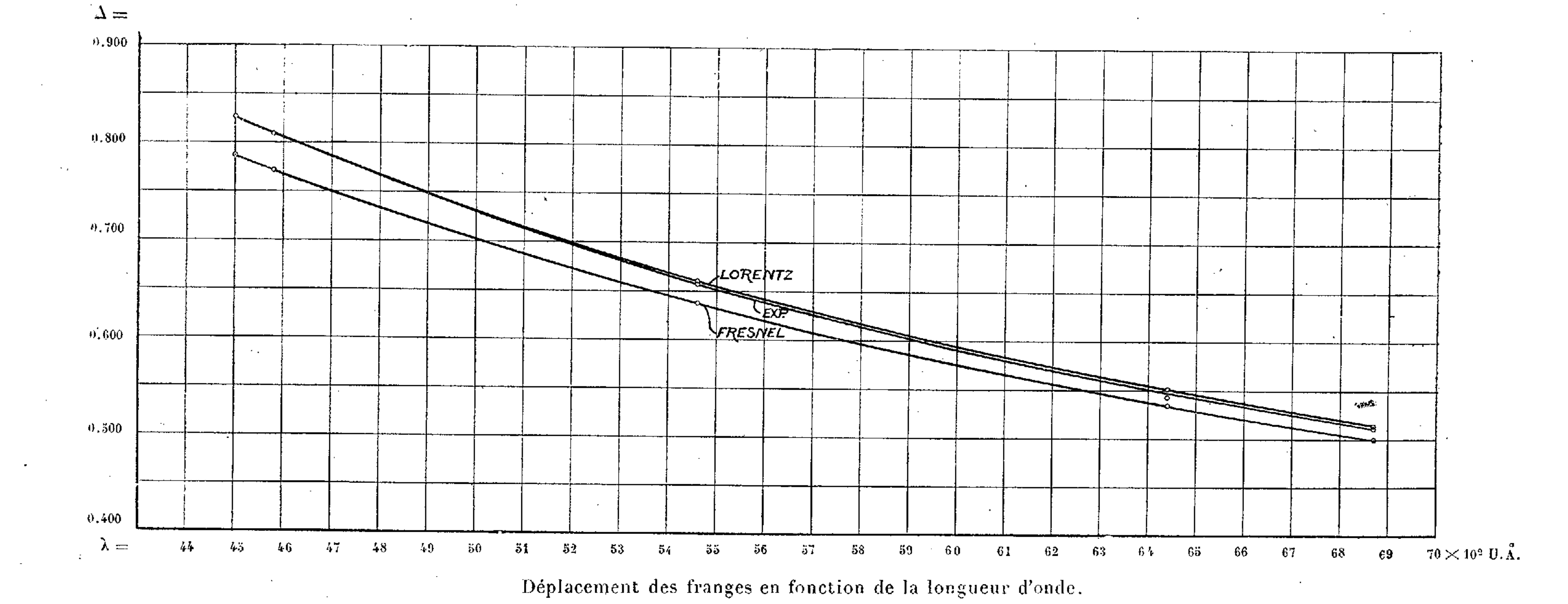
Déplacements des franges d'interférence en renversant la direction du courant d'eau.

l = longueur de la colonne d'eau = $302^{cm},0$;

pression $2,14\,\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$; $v_0 = 465\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$; $v_{max.} = 553,6\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$.

λ en unités Ångström.	$\Delta_{Fr.}$	$\Delta_{L.}$	$\Delta_{exp.}$	Nombre d'observations.
4500	0,786	0,825	0,826	6
4580	0,771	0,808	0,808	6
5461	0,637	0,660	0,656	9
6440	0,534	0,551	0,542	1
6870	0,500	0,513	0,511	10

Δ_{Fr} et Δ_L désignent les déplacements des franges (l'unité étant la distance de deux franges), calculés selon Fresnel et Lorentz, $\Delta_{exp.}$ les valeurs observées.



Déplacement des franges en fonction de la longueur d'onde.

Dans la figure (p. 529) les résultats ont été représentés graphiquement. L'erreur probable des nombres donnés dans le Tableau est de l'ordre de grandeur de 0,005.

Dans le Tableau, j'ai désigné par v_0 la vitesse moyenne de l'eau, déterminée par le débit mesuré, et par $v_{max.}$ la vitesse axiale correspondante. La relation entre ces deux vitesses est donnée par $v_0 = 0,84 v_{max.}$. Le coefficient numérique a été déterminé dans de nombreuses expériences d'ingénieurs américains (Williams, Hubbel et Frenkel; Laurence et Braunworth).

Dans un second Tableau, nous donnons les valeurs de

$$\varepsilon_{Fr} = 1 - \frac{1}{n^2}, \qquad \varepsilon_L = 1 - \frac{1}{n^2} - \frac{\lambda}{n}\frac{dn}{d\lambda}$$

et du coefficient d'entraînement, tel qu'on le déduit de nos observations dans le premier Tableau.

Coefficients d'entraînement calculés et observés.

λ en U. Å.	ε_{Fr}.	ε_L.	ε_{exp}.
4500	0,443	0,464	0,465
4580	0,442	0,463	0,463
5461	0,439	0,454	0,451
6870	0,435	0,447	0,445

Mon but a été de faire des déterminations absolues. On doit avouer qu'il est nécessaire d'admettre des valeurs pour la longueur effective des tubes et pour la constante $\frac{v_0}{v_{max.}}$. L'incertitude créée par ces deux constantes est d'ailleurs bien petite.

Il est pourtant important de faire remarquer qu'on peut conclure à l'existence du terme complémentaire de Lorentz par les valeurs *relatives* des déplacements pour différentes couleurs. *Cette conclusion est indépendante de la valeur de l et de $v_{max.}$*

Pour plus de détails, je dois renvoyer à une publication plus complète. On y trouvera aussi la description des deux méthodes que j'ai suivies pour obtenir les photographies qui ont servi pour les mesures des franges dans la plupart des observations.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production expérimentale de tubercules aux dépens de la tige principale chez la Pomme de terre.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Des recherches antérieures m'ont permis d'établir que certaines plantes, telles que le Radis et l'Oignon, sont capables de donner naissance à des organes de réserve, alors qu'elles sont cultivées en milieux aseptiques, à condition que l'assimilation chlorophyllienne soit assez considérable ou qu'il soit suppléé à son insuffisance par des sucres appropriés mis directement à la disposition de la plante. Une intervention de microorganismes n'apparaît donc pas liée d'une manière nécessaire, dans les cas considérés, au phénomène de la tubérisation; en est-il toujours ainsi et cela est-il encore le cas pour des organes de réserve plus irréguliers dans leur forme et leur position que ceux du Radis et de l'Oignon, et dont l'allure générale peut rendre plus vraisemblable que pour ces derniers l'hypothèse *a priori* séduisante de Noel Bernard? En est-il ainsi, par exemple, pour les tubercules de la Pomme de terre?

Pour essayer de résoudre la question j'ai effectué une série de cultures aseptiques de Pomme de terre à partir de la graine sur de la ponce imprégnée de milieux liquides exclusivement minéraux ou additionnés de quantités variables de glucose (de 5 à 10 pour 100); les plantes se développaient entièrement à l'intérieur de tubes bouchés par des tampons d'ouate; dans ces conditions les plantes qui n'avaient à leur disposition qu'une solution minérale et celles à qui on fournissait du sucre m'ont présenté dans leur aspect extérieur et leur structure anatomique les mêmes différences que celles qui caractérisent d'autres espèces précédemment étudiées à ce point de vue; mais dans aucune de ces cultures, qui ont eu une durée de 5 mois, je n'ai observé de production de tubercules aux dépens des rameaux secondaires de la partie inférieure de la plante; est-ce à dire que ce soit à l'absence de microorganismes qu'il faille rapporter cette absence de tubérisation? D'autres expériences montrent que c'est à une trop faible assimilation chlorophyllienne, provenant d'un renouvellement imparfait de l'atmosphère et à une utilisation insuffisante des sucres de la solution nutritive.

J'ai montré précédemment qu'on pouvait augmenter l'absorption des sucres par les racines des végétaux supérieurs en supprimant les échanges gazeux des tubes de culture avec l'air extérieur; il suffit pour cela de rem-

placer le tampon d'ouate par un bouchon de caoutchouc; dans ces conditions la végétation des plantules de la Pomme de terre acquiert des caractères très frappants qu'on peut résumer d'un mot : il se forme aux dépens de l'axe hypocotylé et de la tigelle un véritable tubercule. Comparons par exemple deux plantules développées sur le même milieu (solution minérale additionnée de 5 pour 100 de glucose), mais l'une dans une atmosphère se renouvelant, l'autre dans une atmosphère confinée; au bout de 5 mois de culture la première présente une tige d'environ 30^{cm} de long, constituée par une trentaine d'entre-nœuds; des feuilles ont une forme et des dimensions normales; dans les tubes hermétiquement fermés, la plante est méconnaissable; sa tige a la forme d'un cylindre épais et court; sa longueur atteint, au plus, $2^{cm},8$; ses feuilles sont absolument atrophiées, réduites à de petites écailles; le nombre des entre-nœuds est cependant sensiblement le même que dans le premier cas; à l'aisselle des cotylédons on observe souvent des tiges secondaires qui prennent le même aspect que la tige principale. Les caractères anatomiques et histologiques achèvent de nous montrer que nous sommes en présence d'un tubercule; qu'il me suffise de signaler la présence, dans toutes les cellules parenchymateuses, de nombreux grains d'amidon qui font absolument défaut dans la tige ordinaire.

En cultures aseptiques il s'est donc produit, dans les conditions spéciales où nous nous sommes placés, une tubérisation de la Pomme de terre provenant d'une accumulation de sucres qui cheminent dans la plante de bas en haut; si, d'une tige végétant à l'air libre et présentant par suite une assimilation suffisante de gaz carbonique, il émigre des sucres vers la partie inférieure de la plante, il est bien vraisemblable qu'il s'effectuera, aux dépens des tiges secondaires de la base, une tubérisation semblable et qui sera cette fois homologue de celle qu'on observe dans les conditions normales; de nouvelles expériences en décideront.

GÉOLOGIE. — *Sur la morphologie du massif de Porto-de-Moz (Portugal).* Note de M. **Fleury**, présentée par M. de Launay.

Les chaînes calcaires comprises entre Leiria, Ourem, Torres-Novas, Rio-Maior et Alcobaça forment un bloc triangulaire de Dogger, bien délimité, et divisé en trois groupes, la serra dos Candieros, le plateau de Santo-Antonio, et la serra d'Aire, qui ont chacun de fortes résurgences au Sud,

à Rio-Maior et Alcobertas, aux Olhos-d'Agua (l'Alviella) et à Moinho-da-Fonté (l'Almonda) : c'est le massif de Porto-de-Moz [1].

Cette division du Massif résulte de trois séries de dislocations :

I. *Le chenal méridional*, longue fosse d'effondrement partagée en deux parties par la dislocation transversale des Olhos-d'Agua, de façon que le tronçon occidental (Alcanede-Monsanto) se trouve comblé par le Tertiaire de l'ancien golfe du Tage, tandis que le tronçon oriental est entièrement dans le Dogger du Massif (Covão-do-Feto–Valle-da-Serra).

II. *Les sillons de Mendiga* et *de Mira-Minde* à l'Ouest et à l'Est, qui de Porto-de-Moz rejoignent le chenal, sont deux vallées d'érosion fixées sur des failles. Chacun d'eux comprend un tronçon central primitivement élevé, actuellement affaissé, élargi, et transformé en polje fermé, avec résurgences et deux tronçons terminaux inclinés vers le Nord et le Sud.

Le polje Mira-Minde mesure 4^{km} de longueur sur 2^{km} de largeur, à fond plat, devient un lac après chaque période pluvieuse. Il y a une série de dolines alignées sur une faille, et d'autres isolées qui rappellent les bétoires et les mardelles de Normandie. Toutes sont fermées, sauf deux qui montrent de longues galeries peu inclinées, obstruées par des sables et des niveaux d'eau à une profondeur verticale de 50^{m}.

Le polje de Mendiga n'a plus qu'une doline, la « Lagoa d'Arrimal », alimentée par une résurgence de fond visible en été.

Le polje de Covão-de-Feto, curieux par sa régularité, est séparé de celui de Valle-da-Serra, qui est desséché, par le fond relevé du sillon oriental. Par l'exagération de la dénudation, par le développement des formations lapiaires, par la disparition de la circulation superficielle, par ses résurgences, ce massif rappelle le Carso et les Causses.

La végétation n'est développée que dans les dépressions où le ruissellement a accumulé la terre de décalcification souvent transformée en *terra rossa* et où l'activité humaine se concentre. Déjà maintenant, la région est dépeuplée par l'émigration vers le Brésil surtout.

Les calcaires sont toujours transformés en lapiès avec cavernes et abîmes, particulièrement développés sur les îlots rocheux délimités par

(1) P. Choffat, *Notice sur la Carte hypsométrique du Portugal*, 1907, p. 44; *Le Crétacique supérieur au nord du Tage*, 1900, p. 122, 265. — N. Delgado et P. Choffat, *Carta geologica de Portugal*, 1899.

les anciens réseaux hydrographiques, souvent altérés et décapités par la formation de bassins fermés, mais les lapiés existent aussi dans les dépressions.

L'ancien drainage superficiel reste en général si apparent que les cartographes ont pu dessiner des cours d'eau sur les anciens thalwegs [1]. C'est à la confluence des eaux anciennes des sillons qu'il faut attribuer l'affleurement du Trias vers Porto-de-Moz et le creusement par régression du *canal d'Alvados* qui découpe le bord du plateau à l'ouest d'une dislocation qui a déjeté le sillon de Mira-Minde sur la prolongation de celui des Olhos-d'Agua. Au-dessus du chenal méridional, plusieurs vallées sont nettement suspendues.

Actuellement, la disparition de la circulation superficielle est un fait accompli, mais l'enfoncement se poursuit en profondeur.

L'infiltration des eaux météoriques est en général si rapide que le ruissellement est très atténué, que les formations stalactiformes ne se développent que dans les parties basses des abîmes, et que l'activité chimique des eaux est pour ainsi dire concentrée en profondeur. Ce fait explique les tassements du sol, les effondrements qui obstruent la plupart des abîmes.

Le polje de Valle-da-Serra a déjà perdu ses résurgences, ceux de Covão-do-Feto et de Valle-da-Serra sont en voie de dessèchement. Les résurgences de l'Alviella et de l'Almonda présentent des preuves incontestables d'enfoncement.

Le régime hydrographique souterrain tend vers son profil d'équilibre, et par suite s'enfonce de plus en plus d'aval en amont.

En résumé, la morphologie de ce massif calcaire dénudé est dominée par l'opposition des dépressions aux formes adoucies par l'accumulation de la terre de décalcification et des îlots rocheux qui apparaissent comme des ruines des couches calcaires démantelées. L'enfoncement des eaux se poursuit lentement, tandis que les roches sont sculptées à la surface et corrodées en profondeur : tout le massif se transforme en une véritable éponge qui absorbe brusquement les eaux, les accumule et les écoule irrégulièrement par les grandes résurgences de Rio-Maior, des Olhos-d'Agua, de Moinho-da-Fonte, celles des poljes jouant le rôle de trop-pleins temporaires.

---

(1) *Carta chorographica de Portugal* : $\frac{1}{1000000}$, f. 20; $\frac{1}{50000}$, f. 16 *c.*, 15 *c.*

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *La puissance électrique absorbée par l'électro-vibreur. Conditions du meilleur emploi de cet appareil.* Note de M. **Bergonié**, transmise par M. d'Arsonval.

A mesure que l'emploi de l'électro-vibreur pour l'extraction des projectiles magnétiques se répand, l'expérience permet de fixer dans quelles conditions pratiques cet appareil peut être le plus utile aux chirurgiens, par conséquent à nos blessés.

Tout d'abord, la principale objection qui a été faite à son emploi, d'absorber une puissance élevée, est sans fondement, comme on peut s'en rendre compte par le Tableau suivant, dans lequel figurent les résultats des essais faits sur divers électro-vibreurs fonctionnant avec des intensités efficaces variant de 19 à 75 ampères.

Puissances vraies et apparentes absorbées par les électro-vibreurs.

Numéros des électro-vibreurs.	Nombre de spires.	Volts aux bornes.	Ampères.	Puissance en watts apparente.	vraie.
18	225	75	19	1 425	112
18	225	110	25	2 750	200
12 G	320	200	25	5 000	300
37	234	110	27	2 970	150
37	304	220	30	6 600	275
60	186	104	32	3 328	162
57	210	102	33	3 366	175
16	176	106	33	3 498	177
12 G	160	98	35	3 430	200
60	286	218	36	7 848	350
16	221	230	44	10 120	400
18	225	200	46	9 200	612
37	234	205	54	11 070	550
16	176	186	68	12 668	600
60	186	172	75	12 900	950

On voit nettement par ce Tableau que la *puissance vraie*, la seule qui importe en l'espèce, est faible et n'atteint pas le kilowatt, même avec les plus puissants électro-vibreurs employés jusqu'ici.

On y voit de plus qu'il faut se garder de s'en tenir à l'évaluation de la

puissance apparente pour savoir si un électro-vibreur pourra ou non fonctionner sur telle installation, telle commutatrice, etc. Le rapport des deux puissances (valeur des cos des électriciens) pouvant descendre à 0,06, même à 0,04, c'est-à-dire la puissance nécessaire pouvant paraître 25 fois plus grande qu'elle n'est en réalité.

Reste la valeur de l'intensité qui demande à être assez élevée si l'on veut avoir des appareils décelant bien les projectiles magnétiques profonds et petits, et même quelques autres non magnétiques plus rares (ceinture d'obus, balles françaises), quand ils sont peu profonds. Eh bien! cette intensité, à condition de tenir compte de la perte en ligne, n'a nul besoin d'une canalisation exceptionnelle pour la porter, car elle n'est utilisée que pendant une durée très courte et les phénomènes d'échauffement y sont très réduits. L'une des expériences récentes faites à l'hôpital complémentaire n° 4 Grand-Lebrun, à Bordeaux, a montré que pour les deux électro-vibreurs montés en quantité, fonctionnant alternativement sur la même ligne, de 4^{mm} de diamètre, pendant une matinée de 4 heures passées, bien remplie, où l'on n'avait pas enlevé moins de 15 projectiles sur 11 blessés, la ligne commune n'avait pas fonctionné à 75 ampères, plus de 10 minutes 30 secondes en tout, soit 42 secondes par projectile localisé et extrait, avec plus de 50 reprises en tout. D'ailleurs, les pauses d'électro-vibration sont d'autant plus courtes que l'électro-vibreur est plus puissant : c'est rationnel, car le chirurgien cherche d'autant moins que la vibration est plus nette. Il est rare aujourd'hui, à Grand-Lebrun, avec les chirurgiens très entraînés à l'électro-vibreur, affectés à cet hôpital ou venant des formations voisines, qu'on atteigne en plusieurs pauses 1 minute de fonctionnement continu pour un projectile.

En résumé, l'électro-vibreur actuel doit absorber aux environs d'un kilowatt de puissance vraie pour avoir une efficacité pratique supérieure. Avec de tels appareils, la vibration des projectiles superficiels et lourds est quelquefois un peu douloureuse tellement elle est intense; l'éloignement de l'appareil fait disparaître toute douleur; par contre, les très profonds sont décelés comme les intra-osseux; la manœuvre en est plus facile et les contacts accidentels avec le champ opératoire mieux évités.

ZOOLOGIE. — *Sur les migrations des Poissons de la famille des Mugilidés.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai signalé précédemment [1] l'influence exercée sur la migration reproductrice du Saumon (*Salmo salar* L.) par le taux variable de l'oxygénation de l'eau à l'embouchure des fleuves. Avant de poursuivre ces recherches dans le but d'en dégager avec précision des lois du déterminisme migrateur, j'ai tenu à les corroborer d'autre part, en examinant si de tels résultats se retrouvent chez d'autres Poissons à migrations reproductrices et notamment chez ceux dont ces dernières s'effectuent en sens inverse de celles des Saumons. Je me suis donc adressé aux migrateurs thalassotoques, qui vont pondre dans les eaux marines.

L'un des plus caractéristiques dans nos pays, parmi ceux-ci, est le genre *Mugil* (Muge ou Mulet). Ses diverses espèces, eurythermes et euryhalines, habitent les étangs littoraux et les estuaires des fleuves, où elles vivent en eau saumâtre et parfois presque douce. Annuellement, elles font à la mer leur migration reproductrice pour y pondre leurs œufs. Cette migration a lieu en été et au début de l'automne. Dans la Méditerranée, elle commence en juillet pour finir en septembre et octobre.

J'ai parcouru à plusieurs reprises les principaux étangs littoraux de nos côtes méditerranéennes. Mon choix, pour ces études, s'est finalement arrêté sur l'étang de Thau. Les raisons en sont multiples. D'une part, cet étang est déjà connu sous le rapport de la limnologie physique (M. Sudry, 1911) et de la limnologie biologique (M. Gourret, 1897; M. Pavillard, 1905), bien que l'oxygène dissous n'ait pas été mesuré par ces auteurs. D'autre part, ses conditions de milieu diffèrent moins de celles de la mer, surtout comme salinité, que dans les autres étangs, circonstance qui écarte l'ambiguïté des résultats. Enfin, la Station zoologique de Cette et les services de la Marine du port m'ont offert une aide indispensable, dont j'exprime ici tous mes remercîments.

Mes observations, faites dernièrement, à la fin du mois de septembre et au début d'octobre, ont consisté à prélever à divers intervalles des échantillons d'eau dans l'étang et à doser leur oxygène dissous, puis à répéter de suite après une opération identique, à des profondeurs égales, sur les

---

(1) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1364.

eaux marines littorales. La minime distance qui, à Cette, sépare l'étang de la mer et la facilité de transport de l'un à l'autre, par les canaux du port, m'ont permis d'accomplir à la file ces observations et de pouvoir comparer entre eux des résultats obtenus dans le minimum de temps possible, afin d'écarter les erreurs qui proviendraient des variations horaires dans la teneur de l'oxygène dissous. La méthode de dosage que j'ai suivie est, comme pour le Saumon, celle d'A. Lévy et de M. Legendre (1909).

Première série d'observations (temps couvert; vent du SE assez frais) :

A. Milieu de l'étang entre Mèze et le château de Villeroy, sur 7^m de profondeur :

Échantillon I, prélevé à $1^m,50$ de profondeur : $T = 19^\circ,2$; $O = 4^{cm^3},03$.
Échantillon II, prélevé à $6^m,50$ de profondeur : $T = 19^\circ,2$; $O = 3^{cm^3},74$.

B. Eaux marines littorales, auprès et en dedans des brise-lames :

Échantillon III, prélevé à $1^m,50$ de profondeur : $T = 18^\circ,4$; $O = 4^{cm^3},03$.
Échantillon IV, prélevé à $6^m,50$ de profondeur : $T = 18^\circ,4$; $O = 4^{cm^3},50$.

Deuxième série d'observations (temps clair; vent du NO assez frais) :

A. Étang des Eaux-Blanches, formant la partie orientale et la moins profonde de l'étang de Thau, sur $2^m,50$ de profondeur :

Échantillon V, prélevé à $0^m,50$ de profondeur : $T = 16^\circ,2$; $O = 2^{cm^3},90$.
Échantillon VI, prélevé à $2^m,50$ de profondeur : $T = 16^\circ,2$; $O = 2^{cm^3},90$.

B. Eaux marines littorales, auprès et en dehors du brise-lames :

Échantillon VII, prélevé à $0^m,50$ de profondeur : $T = 15^\circ,7$; $O = 4^{cm^3},25$.
Échantillon VIII, prélevé à $2^m,50$ de profondeur : $T = 15^\circ,7$; $O = 4^{cm^3},60$.
Échantillon IX, prélevé à 8^m de profondeur : $T = 15^\circ,5$; $O = 4^{cm^3},60$.

Troisième série complémentaire d'observations (dans l'étang, vers le centre de la moitié orientale, non loin de Bouzigue, sur une profondeur de 3^m; temps clair; vent du NO assez frais) :

Échantillon X, prélevé à $0^m,30$ de profondeur : $T = 17^\circ$; $O = 3^{cm^3},72$.
Échantillon XI, prélevé à $2^m,50$ de profondeur : $T = 17^\circ,1$; $O = 3^{cm^3},47$.

Quatrième série d'observations (faites au ponton de la Station zoologique, sur les courants alternatifs qui parcourent les canaux) :

Échantillon XII, d'un courant dirigé de la mer vers l'étang : $O = 4^{cm^3},30$.
Échantillon XIII, d'un courant dirigé de l'étang vers la mer : $O = 3^{cm^3},69$.

Dans ces Tableaux, T désigne la température, O le volume en centimètres cubes de l'oxygène dissous par litre d'eau.

Les conclusions immédiates qui découlent de ces observations sont les suivantes :

1° Les eaux de l'étang et celles de la mer littorale diffèrent entre elles comme température et comme oxygénation. A cette époque de l'année, la température des unes et des autres varie selon les conditions météorologiques, avec un léger excès en faveur de l'étang, qui ne dépasse pas quelques dixièmes de degré. En revanche, les différences dans la teneur en oxygène dissous sont plus élevées, et, en certains cas, vont presque du simple au double.

2° Les courants qui vont de la mer vers l'étang sont plus riches en oxygène dissous que les courants inverses et dirigés de l'étang vers la mer.

3° Il en résulte donc que les eaux marines littorales sont mieux pourvues en oxygène dissous que celles de l'étang et que les Muges, dans leur migration reproductrice, se dirigent, toutes autres choses semblables d'ailleurs ou faiblement dissemblables, d'un milieu moins oxygéné dans un milieu plus oxygéné; le métabolisme consécutif à l'élaboration des volumineuses glandes génitales entraînant sans doute, comme chez le Saumon, une activité respiratoire plus intense.

4° Par conséquent, le phénomène offert par eux à ce sujet s'accorde avec celui du saumon, bien que le déplacement s'opère en sens inverse. Il faut donc, dans les considérations relatives aux migrations des Poissons, ajouter désormais celles du taux de l'oxygène dissous à celles de la profondeur, de la température et de la salinité, qu'on a seulement envisagées jusqu'ici.

A 15 heures trois quarts, la séance publique est levée en signe de deuil.

L'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 26 octobre 1915.)

Note de MM. *Le Chatelier* et *Bogitch*, Sur la préparation des nitrates alcalins, etc. :

Page 477, ligne 4, *au lieu de*

$$SO^4CaO, 5H^3O,$$

lire

$$SO^4Ca, O, 5H^2O.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les travaux astronomiques de Peiresc.* Note de M. G. Bigourdan.

Les efforts de Peiresc, pour faire observer l'éclipse de Lune du 27 août 1635, furent couronnés de succès, car, suivant la remarque de Boulliau, aucune éclipse n'avait eu encore autant d'observateurs. Elle fut suivie, en effet, non seulement dans beaucoup de lieux de l'Europe occidentale, mais aussi au Caire par le P. Agathange aidé de Jean Molini, drogman vénitien, et à Alep par les PP. Célestin et Michelange, confirmés par Balthazar Claret.

Un résultat capital des observations d'Alep et du Caire fut de diminuer de plus de 1000^{km} la longueur alors admise de la Méditerranée, comptée de Marseille vers l'Orient, et pour laquelle on acceptait encore les longitudes de Cl. Ptolémée. En outre, Peiresc, aidé de Gassendi, tira de là des conclusions pratiques importantes pour la navigation.

L'énormité même de cette erreur frappa beaucoup d'esprits, et le 26 mai 1636 Gabriel Naudé, qui alors habitait l'Italie, écrivait à Peiresc (P. — C_2, XIII, 73) :

Elle [Son Eminence le cardinal Fr. Barberini, neveu d'Urbain VIII] a eu grand plaisir de voir tant d'observations d'Eclypses que vous avés faict faire par tout le monde, et en a fort estimé la consequence, comme en effet elle me semble telle qu'elle vous doibt encourager, Monsieur, de faire poursuivre ces observations en tous lieux et par toute sorte de moyens, pendant que vous avés M. Gassendi....

En réalité, Peiresc, devançant cette suggestion de G. Naudé, avait plusieurs fois demandé à Gassendi de rédiger de telles instructions.

Il ne semble pas que Gassendi ait rédigé les *Instructions* détaillées que Peiresc lui demandait; mais d'après Bougerel il composa un Mémoire instructif pour deux missionnaires qui allaient à la Seyde, près de l'ancienne Tyr.

Quelque encourageants que fussent les résultats obtenus par les éclipses de 1635, Peiresc ne se dissimulait pas combien étaient imparfaites les observations si importantes faites au Levant, à cause de l'inexpérience des observateurs.

Il fallait donc chercher des hommes de bonne volonté, les attirer, les exercer, enfin exciter le zèle et le courage de ceux qui ne pouvaient quitter les régions éloignées où ils se trouvaient; et Peiresc s'y employa avec une ardeur extraordinaire.

D'abord il s'adressa à Rome, et à sa demande les Supérieurs généraux des Dominicains et des Jésuites recommandèrent à leurs religieux les observations demandées; ensuite il attira chez lui, pour les exercer, tous ceux dont il pouvait espérer le concours, et particulièrement les religieux qui, passant par Marseille, allaient rejoindre leurs missions ou en revenaient; de sorte qu'à cette époque sa maison devint une véritable école d'Astronomie pratique, où d'ailleurs, comme on l'a vu, il avait exercé déjà tous ceux qui l'entouraient et où s'étaient formés Agarrat, Corberan, etc.

En 1629 et 1630, Fr. de Galaup avait séjourné plus de 6 mois chez lui, s'exerçant aux observations, en vue, sans doute, du séjour qu'il devait faire dans le Liban.

En 1635, le P. Théophile Minuti était venu observer avec Peiresc l'éclipse de Lune du 27 août pour « y sçavoir travailler une aultre foys, s'il estoit en Levant, comme il ne luy en manque pas de bonne envie ».

De nombreux missionnaires passsèrent de même par Aix et purent s'y exercer aux observations; certains y reçurent les leçons de Gassendi. Ainsi nous trouvons chez Peiresc les missionnaires capucins César de Rosgoff et Gilles de Loches en 1633 (P. — Ap. de V., 325, 329); mais c'est surtout en 1636 qu'ils sont nombreux : les PP. Agathange de Morlaix (321), Charles François d'Angers (326, 336), Ephrem de Nevers (328), Léonard de la Tour (334), Maclou de Pontoise (334), Pierre de Guingamp (321), Pierre de Morlaix (336), Zacharie de Nogent (326, 336), etc.

Dès qu'un observateur jeune donnait des preuves de bonne volonté,

Peiresc l'enrôlait; ainsi en 1634 il écrivait à Gassendi (P. — C_1. IV, 430-431) :

Le jeune frere de Mr de Lambert qui avoit faict faire, et qui avoit marqué de sa main le grand quart de cercle de fer que vous avez veu céans, est enfin revenu et promet de se mettre à faire des observations. Il ne tiendra pas à moy que je ne l'y embarque comme Corberan, et leur feray preparer des images de lune ecclypsée pour les pouvoir présenter soubs la lunette et disposer son quart de cercle à prendre les haulteurs, ensemble quelque aultre bon instrument pour suyvre voz ordres de plus prez que nous pourrons....

Il essayait même d'attirer de fort loin des astronomes pour les envoyer en mission. Tel fut le cas du jeune Berti, dont les observations d'une éclipse de 1635, faites à Rome, lui avaient paru plus complètes que celles des autres astronomes. Comme d'abord on ne lui avait pas dit le nom de cet observateur, il s'en informe de tous côtés auprès de ses correspondants, et, tout heureux de le connaître enfin, il écrit à Gassendi (23 novembre 1635) :

C'est un jeune homme de bonne *voglia* (1) nommé Gasparo Berti (2) de qui on pourra disposer librement à l'advenir, dont je manqueray pas d'accepter les offres, et de l'engager à observer les eclipses de l'année prochaine, et de n'y rien obmettre de ce qu'il fault, et de nous envoyer à l'advance des observations de la haulteur du soleil au solstice prochain, et de l'estoille polaire en mesme temps durant les 3 ou 4 jours plus voisins devant et aprez. Et fault voir si on le pourroit desbaucher ou allecher à faire des observations ordinaires et d'entreprendre de celles du Mercure et de la Lune avec les fixes pour voir s'il y auroit des parallaxes considérables; en un besoing il seroit bien homme à pouvoir passer en Levant....

Tout en se préoccupant beaucoup des longitudes, dont les erreurs étaient énormes, à nos portes même, Peiresc ne négligeait pas les latitudes, comme on l'a vu déjà par quelques extraits de ses lettres. Il recommandait surtout de les déterminer par les hauteurs méridiennes du Soleil, particulièrement au solstice d'été, en employant le gnomon qui alors pouvait lutter avantageusement, quant à la précision, avec les meilleurs instruments de l'époque. Et il donne l'exemple lui-même, avec Gassendi, en répétant à Marseille, lors du solstice d'été de 1636, la mémorable observation de Pythéas.

(1) Volonté.
(2) Holstenius avait fait à Peiresc de grands éloges de G. Berti.

Déjà l'année précédente, cette observation lui avait été demandée par Wendelin pour élucider la question, à peine effleurée alors, de la variation de l'obliquité de l'écliptique. Diverses circonstances accidentelles ayant empêché cette observation, elle fut faite en 1636. Le choix d'un endroit commode présenta quelques difficultés. Finalement on se décida pour l'église, alors en construction, du collège de l'Oratoire, et où, avec l'agrément des religieux et des consuls, Peiresc fit abattre quelques pans de muraille, percer le toit et déplacer un plancher. Voici d'ailleurs ce qu'il en écrit à d'Arcos le 20 juillet 1636 :

Nous y fismes dresser dans une matinée une machine de 18 canes de diamettre, dont le style avoit plus de IX canes de haulteur, et estoit divisé en plus de 80 mille parties recognoissables en sorte qu'on pouvoit recognoistre et determiner la difference de celle où arrivoit precisement l'ombre solaire, exclusivement aux autres parties tant du dessus que du dessoubs. Et cela se fit si dextrement et à si peu de fraiz ([1]), que touts ceux qui s'y trouverent en furent ravis. Nous ne fismes que percer le toict d'un bastiment fort hault de trois ou 4 estages, et recevoir le rayon du soleil au plus bas, ayant adjusté bien a plomb et à angles droicts la ligne meridienne qui fust tirée en bas, et ayant faict eslever des briques de IX canes de hault pour mesurer plus exactement l'espace d'entre le trou du toict et le fonds de l'angle inferieur de la ligne meridienne. Pithœas n'avoit observé qu'avec un style divisé en 600 parties. Tant est que la supputation s'est trouvée si conforme à celle de Pithœas avec tant soit peu de diversité, gaignée successivement par tant de siecles, que cela servira grandement à confirmer la certitude des fondements qui se sont prins pour regler touts les mouvements celestes et toute la geographie.

Ces observations furent immédiatement communiquées à Wendelin, mais leur publication n'eut lieu qu'en 1658 ([2]), après la mort de Gassendi, et Requier soupçonne même qu'elles ne furent pas très satisfaisantes. La hauteur du gnomon était de 51 pieds 8 doigts 4 lignes 0 partie ou 89328 parties (douzièmes de ligne) et l'ombre fut trouvée de 31750 parties; en négligeant la réfraction et supposant le parallaxe solaire égale à 20″, on trouva ainsi 70°11′15″ pour la hauteur solsticiale du centre du Soleil, soit 41°19′9″ pour la latitude; l'obliquité de l'écliptique était prise de

---

([1]) Ces frais furent faits par la Ville qui préludait ainsi aux sacrifices qu'elle s'est imposés généreusement depuis pour soutenir le bon renom de l'Astronomie marseillaise.

([2]) *Proportio Gnomonis ad solstitialem umbram observata Massiliæ*, Anno MDCXXXVI, pro Wendelini voto. Epistolæ tres cum insertis quibusdam aliis. Hagæ-Comitis 1656, in-4° et *Gass.*, *op.* IV, 1658, p. 523.

23°30′24″. La latitude aujourd'hui admise pour Marseille ([1]) (ancien observatoire) est 43° 17′52″. On voit que le soupçon de Requier n'était pas fondé et que l'observation est remarquablement exacte; même quand on compare les valeurs obtenues à cette occasion pour la latitude de Marseille par des hauteurs méridiennes du Soleil, de Mars, de Saturne et de diverses étoiles, on est surpris qu'un quart de cercle à pinnules ait pu donner des résultats aussi concordants.

Pour le même rapport du gnomon à l'ombre, Pythéas avait obtenu $\frac{120}{41\frac{4}{5}}$ ou $\frac{120}{41\frac{7}{12}}$ suivant l'interprétation que l'on donne au texte de Strabon, et sur laquelle on n'est pas d'accord. Il serait trop long de rapporter en détail les discussions qui ont eu lieu à ce sujet; on pourra consulter J.-D. Cassini ([2]) et le Chevalier de Louville ([3]) qui, avec des quarts de cercle, répétèrent à Marseille l'observation de Pythéas. Laplace ([4]), qui adopte $\frac{120}{41\frac{4}{6}}$, trouve pour Marseille, après correction de la réfraction et de la parallaxe, une latitude de 43° 17′49″ et 23°49′20″ pour l'obliquité de l'écliptique, en excès de 3′13″ sur celle que lui donnait la théorie.

Cette observation fut pour Peiresc l'occasion de signaler aux marins de Marseille la correction de la longueur de la Méditerranée, déduite des observations de l'éclipse de lune du 27 août 1635. Voici ce qu'il écrivait à d'Arcos le 20 juillet 1636 pour l'encourager à faire des observations astronomiques (P. — C_1. VII, 182) :

Les plus expers mariniers de Marseille qui se trouverent à cette observation, et ceux mesmes qui font les cartes marines estoient ravis, et quasi hors d'eux de voir résouldre si facilement la difficulté qu'ils n'avoient jamais sceu entendre ne comprendre, pourquoy il leur falloit donner un quart de vent à la gauche en leur course de ponant en levant jusques en Candie, et deux quarts de la Candie en Cypre et par

---

([1]) Au moyen de distances prises sur un plan de Marseille, on peut ramener facilement à la latitude de l'Observatoire actuel celle obtenue en 1636. Nous comptons avoir plus tard l'occasion de faire également cette réduction pour les observatoires de Chazelles, du P. Feuillée, etc.

([2]) *Observations sur la longitude et la latitude de Marseille* [*Mémoires de l'Acad. R. des Sciences*, depuis 1666 jusqu'à 1699 (*Anc. Mém. Acad.*), X, 38...].

([3]) *Histoire de l'Acad. R. des Sciences*. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique (*Mém. Acad.*), année 1716, H., p. 48.

([4]) *Mémoire sur la diminution de l'obliquité de l'écliptique qui résulte des observations anciennes* [*Connaissance des Temps* (*C. des T.*) *pour* 1811, p. 429-450].

de là, et qu'au retour il en falloit faire aultant et du mesme costé, dont verrez la demonstration bien claire et bien facile en l'extraict que j'ay fait transcrire pour l'amour de vous, d'une lettre de M[r] Gassend, à un autre des plus grands hommes du siècle à la requisition duquel nous avions faict cette observation du solstice dans Marseille mesmes, et sur le cottault le plus eslevé de la ville selon son desir.

Ce qui estonnoit davantage ces Mess[rs] estoit quand je leur disois que pour tirer ces belles consequences pouvoit quasi suffire la lettre d'un marchand de ce païs....

Tant d'efforts promettaient une abondante moisson dans un champ encore presque inexploré. Mais Peiresc, dont la santé s'affaiblissait rapidement, mourut le 24 juin 1637, et avec lui s'évanouirent les nobles projets qu'il soutenait de sa fortune personnelle. L'État, il est vrai, aurait pu facilement les faire fructifier; mais comme sa marine était encore peu importante, il méconnaissait alors le besoin de perfectionner la Géographie; et les sociétés savantes, qui auraient pu le remplacer, étaient à peine naissantes.

Jusqu'à la fin, Peiresc fut dévoué à l'Astronomie. La veille même de sa mort il pria Gassendi, qui ne le quittait plus, d'observer la hauteur méridienne du Soleil; et il s'informa si le solstice avait été bien observé. En outre, par testament fait deux jours avant sa mort, il fit les legs suivants à des astronomes de son entourage :

A Gassendi : tous ses instruments et livres de mathématiques, plus cent volumes de ses autres livres, au choix, ainsi que le portrait de Wendelin;

Au P. Th. Minuti : 500# pour œuvres pies;

A Nicolas Lombard : 500#;

A Antoine Agarrat : 300#.

ÉLECTROMÉCANIQUE. — *Systèmes oscillants à amortissement discontinu. Application aux galvanomètres*. Note (1) de MM. **A. Blondel** et **F. Carbenay**.

Nous nous proposons d'étudier les systèmes oscillants amortis : 1° par un couple résistant constant en valeur absolue mais changeant de signe avec la déviation; 2° par un couple résistant directement proportionnel à la vitesse angulaire $A\frac{d\theta}{dt}$. Certains appareils oscillant sur pivots, l'indi-

(1) Séance du 26 octobre 1915.

cateur de Watt, etc. sont des exemples de tels systèmes soumis à la fois à des forces de frottement de solides et à la résistance de l'air.

I. *Mouvement libre.* — Soient : K le moment d'inertie, par rapport à l'axe, de la partie mobile ; $A\frac{d\theta}{dt}$ le couple résistant proportionnel à la vitesse angulaire ; $\pm D$ le couple résistant discontinu constant pour un signe déterminé de $\frac{d\theta}{dt}$; $C\theta$ le couple directeur ; $\varepsilon = \frac{D}{C}$ un rapport que nous appellerons l'*angle limite d'incertitude*.

L'équation générale du mouvement libre est

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C(\theta \pm \varepsilon) = 0, \quad (1)$$

ε étant précédé du signe $+$, quand $\frac{d\theta}{dt} > 0$, et du signe $-$, dans le cas contraire $\left(\varepsilon \text{ passe par zéro quand } \frac{d\theta}{dt} = 0\right)$.

Premier cas : $A^2 - 4KC < 0$. — Le système a une infinité de positions d'équilibre statique, comprises entre $-\varepsilon$ et $+\varepsilon$.

Dans les oscillations, tout se passe comme si le mouvement était simplement amorti en raison directe de la vitesse, par rapport à une position d'équilibre définie par $\theta = \mp\varepsilon$ suivant que $\frac{d\theta}{dt} \gtrless 0$.

Soient : δ le décrément logarithmique des oscillations libres $\left(\text{si l'amortissement } A\frac{d\theta}{dt} \text{ existait seul } \delta = \frac{A}{2K}\frac{T}{2}\right)$, et (θ_n) la valeur absolue de l'élongation θ_n.

Il résulte de ce qui précède que

$$(\theta_n) + \varepsilon = [(\theta_{n-1}) - \varepsilon]\, e^{-\delta}, \quad (2)$$

d'où

$$(\theta_n) = (\theta_{n-p})\, e^{-p\delta} - \varepsilon\frac{1 + e^{-\delta}}{1 - e^{-\delta}}[1 - e^{-p\delta}], \quad (2')$$

par suite

$$(\theta_m) - (\theta_n) = [(\theta_{m-p}) - (\theta_{n-p})]\, e^{-p\delta},$$

$$\delta = \frac{1}{p}\, L_e\frac{(\theta_{m-p}) - (\theta_{n-p})}{(\theta_m) - (\theta_n)}. \quad (3)$$

Ainsi, il sera facile de déterminer expérimentalement le décrément et,

par suite, le coefficient d'amortissement A sans connaître, *a priori*, la partie constante D du couple de frottement. Il suffira de trois lectures seulement si l'on fait $n - p = m$.

D'autre part, l'équation (2') détermine l'angle limite d'incertitude

$$\varepsilon = \frac{(\theta_{n-p}) - (\theta_n)\, e^{p\delta}}{1 - e^{p\delta}}\, \frac{1 - e^{\delta}}{1 + e^{\delta}}. \tag{4}$$

Si l'amortissement proportionnel à la vitesse est très faible, on peut admettre $1 + e^{\delta} = 2$; d'où

$$\left\{ \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{(\theta_{n-p}) - (\theta_n)\, e^{p\delta}}{2} \lim_{\delta=0} \frac{1 - e^{\delta}}{1 - e^{p\delta}} = \frac{(\theta_{n-p}) - (\theta_n)\, e^{p\delta}}{2p}, \\ \varepsilon &= \frac{1}{2p}\, \frac{(\theta_m)(\theta_{n-p}) - (\theta_n)(\theta_{m-p})}{(\theta_m) - (\theta_n)}. \end{aligned} \right. \tag{5}$$

Si δ est nul, c'est-à-dire s'il n'existe pas d'amortissement proportionnel à la vitesse, l'équation (2) montre que les élongations successives *décroissent linéairement* (¹); la différence des valeurs absolues de deux élongations consécutives est égale au double de l'angle limite.

Dans le cas présent $A^2 - 4KC < 0$, le système dévié de (θ_1) à l'instant t_1 s'arrête au temps $t_1 + \tau$ fini. Étant donnés δ, ε et θ_1 on peut se proposer de calculer τ; dans l'équation (2') faisons $p = n - 1$, on a

$$(\theta_n) = \theta_1\, e^{-(n-1)\delta} - \varepsilon \frac{1 + e^{-\delta}}{1 - e^{-\delta}} \left[1 - e^{-(n-1)\delta}\right].$$

Or, il existe un nombre entier $n = N$, et un seul, tel que

$$0 \leqq (\theta_N) \leqq \varepsilon,$$

et l'on voit facilement, en désignant par T la pseudo-période $\dfrac{2\pi}{\sqrt{\dfrac{C}{K} - \left(\dfrac{A}{2K}\right)^2}}$, que

$$\tau = (N - 1)\frac{T}{2}.$$

(¹) Ceci résulte d'ailleurs de l'application immédiate du principe de la conservation de l'énergie; prenons comme limites d'intégration deux élongations consécutives :

$$\int_{\theta_2}^{\theta_1} (D\, d\theta + C\theta\, d\theta) = 0, \qquad \text{d'où} \qquad 2\frac{D}{C} = (\theta_1) - (\theta_2).$$

En particulier, si δ est très faible, N sera donné par les inégalités

$$0 \leqq (\theta_1)\frac{e^{-(N-1)\delta}}{\varepsilon} - 2(N-1) \leqq 1$$

et si δ est nul

$$0 \leqq \frac{(\theta_1)}{\varepsilon} - 2(N-1) \leqq 1.$$

Deuxième cas : $A^2 - 4KC \geqq 0$. — Le mouvement est apériodique. Si l'on abandonne le système dévié initialement d'un angle positif θ_1, l'équation du mouvement se réduit à

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C(\theta - \varepsilon) = 0.$$

Le mouvement est apériodique, avec une position d'équilibre définie par $\theta = \varepsilon$.

Contrairement au cas précédent, le système ne s'arrête qu'au bout d'un temps infini et à la position $\theta = \varepsilon$; il en résulte qu'on peut déterminer l'angle limite, en abandonnant le système dévié d'abord positivement, puis négativement.

Remarque. — Dans le cas particulier d'un galvanomètre, par exemple, on pourra déterminer l'angle limite ε par un procédé statique et relever la loi de variation linéaire θ en fonction de l'intensité du courant, dont on fera croître la valeur d'une manière continue et très lente. L'ordonnée, à l'origine de la droite ainsi obtenue,

$$C\theta + D = GI \qquad (\theta > 0),$$

mesure précisément l'angle limite et le coefficient angulaire de cette droite donne la valeur de la sensibilité statique

$$\gamma = \frac{d\theta}{dI} = \frac{G}{C}.$$

Quant à A, on le déterminera par la mesure de l'amplitude à la résonance comme nous le justifierons ultérieurement.

II. *Vérification expérimentale.* — Un système oscillant à frottement a été réalisé sous forme d'un oscillographe à fer doux pivoté entre crapaudines dans le champ d'un puissant solénoïde, isolé du sol par double suspension élastique; en modifiant l'intensité du courant inducteur, on fait varier à volonté la fréquence d'oscillations propres du barreau (qui lui est sensi-

blement proportionnelle au-dessous de la saturation) [1]. Ce barreau est soumis à un champ transversal produit par deux petites bobines dont l'axe est perpendiculaire à celui du solénoïde directeur. Les déviations étaient enregistrées photographiquement sur bande déroulée à vitesse constante.

Caractéristiques du barreau de fer doux. — Le barreau a les dimensions suivantes :

hauteur : $2^{mm},45$; largeur : $2^{mm},15$; épaisseur : $0^{mm},5$,

ce qui correspond à un moment d'inertie

$$K = 7,8 \frac{2,45 \times \overline{2,15}^3}{12} 0,5.10^{-5} = 7,9.10^{-5} \text{ C.G.S},$$

soit, pour tenir compte de l'axe et du petit miroir (de $\frac{8}{10}$ de millimètre de côté),

$$K = 8,5.10^{-5} \text{ C.G.S.}$$

Mesure des fréquences d'oscillations propres. — L'amortissement proportionnel à la vitesse du système étant très faible, nous avons adopté la méthode de résonance. On envoyait, dans l'enroulement déviant, du courant alternatif du secteur (50 ∼) en accordant le système à la résonance successivement avec les divers harmoniques; on note l'intensité I_n du courant traversant le solénoïde directeur quand le terme harmonique de rang n est en résonance. La fonction

$$n = f(I_n)$$

est très sensiblement linéaire pour les fréquences comprises entre 50 et 500 [2].

1° *Le barreau oscille dans l'air (à la pression atmosphérique).* — On constate un amortissement dû aux causes suivantes : *a*, frottement de l'axe du barreau contre les crapaudines; *b*, résistance de l'air; *c*, hystérésis magnétique et courants d'induction.

Quelques résultats caractéristiques sont consignés dans le Tableau ci-après :

---

(1) Cf. A. Blondel, *La Lumière électrique*, t. 18, 1912, p. 71.

(2) Le solénoïde directeur ne contenant pas de fer, le couple directeur $\mathfrak{MH}$, au-dessous de la saturation, est proportionnel à I^2 et imprime donc au barreau une fréquence d'oscillations propres proportionnelle à I.

Intensité du courant dans le solénoïde directeur.	Fréquence propre.	Décrément $\delta = \frac{1}{2p} \frac{(\theta_{m-p}) - (\theta_m)}{(\theta_m) - (\theta_{m+p})}$ (en C.G.S.).	Coefficient d'amortissement $A = 4K\frac{\delta}{T}$ (en C.G.S.).	Angle limite $\varepsilon = \frac{1}{2p} \frac{\theta_m^2 - (\theta_{m-p})(\theta_{m+p})}{(\theta_m) - (\theta_{m+p})}$ (en C.G.S.).	Couple constant de frottement $D = \varepsilon C = \frac{4\pi^2}{T^2} K\varepsilon$ (en C.G.S.).
amp 3....	60	$3,5.10^{-3}$	$7,15.10^{-5}$	$8,6 .10^{-3}$	103.10^{-3}
6....	120	4,6	18,8	2,15	103
9....	180	5,2	32	0,89	96

On voit que le décrément augmente avec la fréquence, de sorte que A en fonction de celle-ci a une allure parabolique. Ce résultat résulte en partie de l'amortissement par courants de Foucault qui, dans notre cas, est de la forme $a\mathcal{H}^2\frac{d\theta}{dt}$ ($\mathcal{H}$ étant l'intensité du champ directeur). Or, $\mathcal{H}$ étant proportionnel à la fréquence propre, au-dessous de la saturation du barreau, cet amortissement s'exprime par

$$a'\left(\frac{1}{T}\right)^2\frac{d\theta}{dt}.$$

Une autre partie de l'amortissement provient de l'hystérésis qui ne peut être défini dans le cas d'oscillations libres, puisque les cycles sont ouverts; au contraire, si les oscillations sont périodiques, l'amortissement caractérise l'énergie dépensée dans un cycle. On peut négliger ici l'amortissement par l'air.

2° *Le barreau oscille dans un liquide peu visqueux.* — Le tube contenant l'équipage étant rempli de benzine ou d'éther, on observe que l'amortissement de frottement du pivot devient négligeable devant l'amortissement dû à la résistance de la benzine. Le décrément, plus important, diminue maintenant avec la fréquence.

III. *Systèmes électriques analogues.* — Tout ce qu'on vient de dire pour les systèmes mécaniques trouve son application immédiate aux systèmes oscillants électriques par simple application des règles bien connues aux transformations qui permettent de passer par analogie des problèmes mécaniques aux problèmes électriques : la déviation est remplacée par une charge électrique, l'inertie par une self-induction, le couple directeur par une capacité, l'amortissement ordinaire A par une résistance et la résistance discontinue D sera alors une force contre-électromotrice E s'inversant avec le mouvement oscillatoire : (par exemple, celle qui se produit dans un

voltamètre mis en série dans le circuit oscillant). Les phénomènes oscillants électriques dans un tel circuit, abandonné à lui-même après charge préalable, suivent exactement les mêmes lois que celles exposées ci-dessus et peuvent être enregistrés par un oscillographe approprié et les méthodes qui permettront de déterminer les coefficients caractéristiques seront de simples décalques électriques de celles exposées ci-dessus.

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie du Tome 16 (1911) de l'*Année biologique*, publiée sous sa direction.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de l'un de ses Membres qui devra occuper, dans la 1re Section de la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques* (*Section de Botanique*), la place vacante par le décès de M. *Édouard Prillieux*.

M. **Guignard**, Membre de la Section de Botanique, réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Association française pour l'Avancement des Sciences, *Compte rendu* de la 43e session, Le Havre, 1914. Notes et Mémoires.

2° Le premier fascicule du *Journal des Observateurs*, publié par M. Henri Bourget, directeur de l'Observatoire de Marseille. (Présenté par M. B. Baillaud.)

3° *Riassunto generale dei lavori della Carta fotografica celeste alla Specola vaticana in data 1° gennaio* 1915. Nota del P. Giuseppe Lais, S. Ordinario. (Présenté par M. B. Baillaud.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les constituants transitifs de certains groupes à invariant bilinéaire ou quadratique dans un champ de Galois.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

Soient C un champ de Galois d'ordre $\pi = p^k$ (p premier); C' le champ déduit de C par l'adjonction d'une racine υ d'équation quadratique irréductible dans C, a une forme de l'un des types

$$h = \Sigma_1^\nu (x_i y_i^\pi - y_i x_i^\pi) + \omega\eta x x^\pi \quad (\omega = \upsilon - \upsilon^\pi,\ \eta = 0 \text{ ou } 1),$$
$$g = \Sigma_1^\nu (x_i y_i' - y_i x_i'),$$
$$f = \Sigma_1^\nu (x_i y_i' + y_i x_i') + x x' + \varepsilon y y' \quad (\varepsilon = 0 \text{ ou } 1),$$
$$q = \Sigma_1^\nu\ x_i y_i + \psi,$$

où les variables accentuées sont cogrédientes aux autres, où

$$\psi = c x^2 + b x y + c' y^2$$

est supposée irréductible dans C, ou réduite à x^2, ou nulle, et où le nombre n des variables de chaque série est supposé > 3; $A(n, \pi)$ le groupe de a, c'est-à-dire des substitutions linéaires (à coefficients dans C si $a = g$, f ou q, dans C' si $a = h$) conservant a; $A'(n, \pi)$ celui des substitutions conservant a à un facteur près; $A^0(n, \pi)$ le diviseur de A formé des substitutions de déterminant 1 si $a = h$ ou si $a = q$ avec $p > 2$, et, si $a = q$ avec $p = 2$, l'unique diviseur d'indice 2 de A; $\mathcal{A}(n, \pi)$, $\mathcal{A}'(n, \pi)$, $\mathcal{A}^0(n, \pi)$ les groupes déduits de A, A', A^0 en supposant les variables homogènes. Pour préciser, je remplacerai la lettre A par H, G, F, Q et la lettre $\mathcal{A}$ par $\mathcal{H}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{Q}$, selon que a sera égal à h, g, f ou q, et, pour préciser davantage si $a = q$, j'ajouterai l'indice inférieur i égal à 0, 1 ou 2 suivant que $\psi = 0$, x^2, ou est irréductible dans C. Q^0, si $p > 2$ [1] ou Q si $p = 2$, a un diviseur d'indice 2 que je désignerai par $R(n, \pi)$ (si $p = 2$, $R = Q^0$). Enfin $\mathcal{R}(n, \pi)$ sera le groupe déduit de R en supposant les variables homogènes.

---

[1] Voir ma Note du 1er septembre 1913, t. 157, p. 430. Je me servirai dans ce qui suit des mêmes notations que dans mes *Éléments de la Théorie des groupes abstraits*, et dans mes *Éléments de la Théorie des groupes de substitutions* (Paris, Gauthier-Villars).

1. H a π constituants imprimitifs isomorphes à H, l'un de degré

$$s_0 = [\pi^n - (-1)^n]\,[\pi^{n-1} - (-1)^{n-1}],$$

les $\pi - 1$ autres de degré

$$s_1 = \pi^{n-1}[\pi^n - (-1)^n]$$

tous semblables.

H^0 a les mêmes systèmes d'intransitivité que H.

H' a deux constituants imprimitifs isomorphes à H', l'un de degré s_0, l'autre de degré $(\pi - 1)s_1$.

$\mathcal{H}^0$ a deux constituants primitifs isomorphes à $\mathcal{H}_0$, l'un de degré $\frac{s_0}{\pi - 1}$, l'autre de degré $\frac{s_1}{\pi + 1}$.

2. G et G' sont imprimitifs si $\pi > 2$, primitifs si $\pi = 2$. $\mathcal{G}$ et $\mathcal{G}'$ sont primitifs.

3. F n'est à considérer que si $p = 2$. Si $\varepsilon = 0$, F laisse x inaltéré, et son action sur $x_1, \ldots, y_\nu$ est celle de $G(2\nu, \pi)$. F' est le produit direct de F par le groupe dérivé d'une similitude d'ordre $\frac{1}{2}\pi$. Si $\varepsilon = 1$, F et F' coïncident respectivement avec les diviseurs fixant un symbole dans $G(n, \pi)$ et $G'(n, \pi)$.

4. Q a π constituants transitifs $Q^{(\lambda)}$ (λ parcourant C) isomorphes à Q, le champ $q_{\lambda n} = q_\lambda$ de $Q^{(\lambda)}$ étant formé des $s_{\lambda n} = s_\lambda$ points de $q = \lambda$ (en omettant dans q_0 le point $00\ldots0$). Les $Q^{(\lambda)}$, où λ a un même caractère quadratique $\neq 0$, sont semblables. Les constituants respectifs $Q^{0(\lambda)}$, $R^{(\lambda)}$ de Q^0 et R dans q_λ sont transitifs.

Si n est pair Q' a deux constituants transitifs isomorphes à Q', l'un $Q'^{(0)}$ de champ q_0, l'autre $Q'^{(1)}$ ayant pour champ l'ensemble des q_λ où $\lambda \neq 0$. Si n est impair ($p > 2$), il y en a 3, $Q'^{(0)}$ de champ q_0, $Q'^{(1)}$ ayant pour champ tous les q_λ où λ est carré, et $Q'^{(N)}$ les autres. Pour $p > 2$, $\mathfrak{Q}$ a trois constituants transitifs $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ dépendant seulement du caractère quadratique θ_λ de λ : si $\theta_\lambda = \lambda = 0$, $\mathfrak{Q}^{(0)}$ est de degré $\frac{s_0}{\pi - 1}$; si $\theta_\lambda \neq 0$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ est de degré $\frac{1}{2}s_\lambda$. Pour $p = 2$, $\mathfrak{Q}$ a deux constituants transitifs $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ dépendant seulement du caractère quadratique θ_λ de λ : si $\theta_\lambda = \lambda = 0$, $\mathfrak{Q}^{(0)}$ est de degré $\frac{s_0}{\pi - 1}$; si $\theta_\lambda \neq 0$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ est de degré s_λ. Si n est impair ($p > 2$), $\mathfrak{Q}' = \mathfrak{Q}$. Si n est pair, $\mathfrak{Q}'$ a deux constituants $\mathfrak{Q}'^{(\lambda)}$ dépendant seulement du caractère quadratique de λ^2 : pour $\theta_\lambda = 0 = \lambda$, $\mathfrak{Q}'^{(0)}$ a le champ de $\mathfrak{Q}^{(0)}$. Le consti-

tuant $\mathfrak{R}^{(\lambda)}$ de $\mathfrak{R}$ dans le champ de $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ est transitif. $\mathfrak{Q}'^{(\lambda)}$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$, $\mathfrak{Q}^{0(\lambda)}$, $\mathfrak{R}^{(\lambda)}$ sont respectivement isomorphes à $\mathfrak{Q}'$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{Q}^0$, $\mathfrak{R}$ (1).

5. Si $\pi > 2$, $Q^{(0)}$ est imprimitif. Si $\pi = 2$, $Q^{(0)}$ est primitif, simplement transitif, et $R^{(0)}$ de même, sauf que $R_0^{(0)}(4, 2)$ est imprimitif.

Soit toujours $\pi = 2$, $n = 2\nu' = 2\nu + 2$, et assimilons $x_{\nu'}$ à x, $y_{\nu'}$ à y. G admet une représentation transitive $\mathbf{G}_i$ en g^{s_0+1} relative à $Q_i (i = 0, 2)$. Soit $\mathbf{Q}_i$ la représentation de Q_i dans $\mathbf{G}_i$. $\mathbf{Q}_i$ est semblable à $Q_i^{(0)}$, et

$$G = Q_0 R_2 = Q_2 R_0.$$

Le p. g. c. d. Δ de Q_0, R_2 est aussi celui de Q_2, R_0. Le p. g. c. d. de Q_0, Q_2 est le produit direct de Δ par $\{t_1\}$, t_1 étant la substitution qui échange x_1 et y_1 sans altérer les autres variables. Désignons par $q_{\lambda n}^i$, $s_{\lambda n}^i$ ce que deviennent $q_{\lambda n}$ et $s_{\lambda n}$ pour $Q = Q_i$. Les diviseurs $\mathbf{Q}_{ki}$, $\mathbf{R}_{ki}$ $(i, k = 0, 2; i \neq k)$ de $\mathbf{G}_i$ qui correspondent à Q_k, R_k de G sont des représentations de ces groupes en $g^{s_0^i+1}$ transitifs relatives à Γ, Δ respectivement. $\mathbf{Q}_{ki}$ et $\mathbf{R}_{ki}$ sont respectivement semblables à $Q_k^{(1)}$, $R_k^{(1)}(s_0^i + 1 = s_1^k)$. Soient Γ_k et Δ_k les diviseurs de $\mathbf{Q}_{ki}$ qui correspondent à Γ, Δ de Q_k : ce sont les diviseurs fixant un symbole dans $\mathbf{Q}_{ki}$, $\mathbf{R}_{ki}$ respectivement, et ils n'en fixent qu'un. Δ_k a deux constituants transitifs, l'un de degré $2^{2\nu} - 1$ semblable à $G(2\nu, 2)$, qui lui est commun avec Γ_k, l'autre de degré $2(s_{0,2\nu}^i + 1)$ semblables à la représentation de $G(2\nu, 2)$ relative à $R_i (2\nu, 2)$.

6. Pour $p > 2$, $Q^{(\lambda)} (\lambda \neq 0)$ est imprimitif. Pour $p = 2$ (n pair), $Q^{(\lambda)}$ et $R^{(\lambda)}$ sont primitifs simplement transitifs. Pour $\pi \geqq 2$, $\mathfrak{Q}^{(0)}$ et $\mathfrak{R}^{(0)}$ sont primitifs et ne sont deux fois transitifs que pour $n = 4$. Les deux groupes isomorphes $\mathfrak{R}^{(0)}(5, \pi)$, $\mathcal{G}(4, \pi)$ du même degré $\frac{\pi^4 - 1}{\pi - 1}$ ne sont pas semblables. Pour n impair ($p > 2$) et $\pi \geqq 3$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ et $\mathfrak{R}^{(\lambda)} (\lambda \neq 0)$ sont primitifs, simplement transitifs, et $\mathfrak{Q}' = \mathfrak{Q}$. Pour n pair et $p = 2$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)} (\lambda \neq 0)$ est semblable à $Q^{(\lambda)}$ et $\mathfrak{Q}' = \mathfrak{Q}$. Pour n pair et $p > 2$, $\mathfrak{Q}'^{(\lambda)}$, $\mathfrak{Q}^{(\lambda)}$ et $\mathfrak{R}^{(\lambda)} (\lambda \neq 0)$ sont primitifs, simplement transitifs, en exceptant $\mathfrak{Q}_0^{(\lambda)}(4, 3)$ et $\mathfrak{R}_0^{(\lambda)}(4, 3)$ qui sont imprimitifs.

7. Les constituants transitifs de degré 36 des deux groupes $Q_2(6, 2)$ et $\mathfrak{Q}^0(5, 3)$ d'ordre 51 840 sont semblables. De là une preuve simple de leur isomorphisme.

---

(1) En cherchant à représenter transitivement plusieurs des groupes précédents, M. Dickson a précisément obtenu des groupes semblables à leurs constituants transitifs (*M. A.*, t. 65; *A. J.*, t. 23).

GÉOMÉTRIE. — *Sur la rectification et la quadrature des épi- et hypocycloïdes,* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Appell.

Analytiquement, le double problème de la rectification et de la quadrature des épi- et hypocycloïdes est depuis longtemps résolu; mais peut-être n'a-t-on pas encore remarqué que sa solution est susceptible de prendre une forme géométrique des plus simples, analogue à celle qui, beaucoup plus facile à obtenir, est classique pour la cycloïde.

Une épi- ou hypocycloïde est, comme on sait, engendrée par un point M de la circonférence d'un cercle générateur $\mathcal{G}$ roulant soit à l'extérieur, soit à l'intérieur d'un cercle base $\mathcal{B}$, de centre O, sur lequel se placent les points de rebroussement de la courbe. L'enveloppe des positions de $\mathcal{G}$ comprend, outre $\mathcal{B}$, un second cercle $\mathcal{L}$, de même centre O, qui peut être dit cercle *limite*, et que la courbe touche par ses sommets. Enfin, nous considérerons le cercle $\mathcal{M}$, également de centre O, lieu du centre de $\mathcal{G}$, que nous désignerons comme cercle *moyen*. Les rayons γ, β, λ, μ de ces quatre cercles sont évidemment liés entre eux par les relations

$$2\mu = \beta + \lambda, \qquad 2\gamma = \pm(\lambda - \beta),$$

le signe + s'appliquant aux épicycloïdes, le signe — aux hypocycloïdes; mais pour la simplicité et surtout pour l'uniformité des formules (qui restent les mêmes pour les deux espèces de courbes), de même que pour la facilité de leur interprétation géométrique, il est préférable d'y faire intervenir explicitement ces quatre rayons.

La tangente en M à la courbe qu'engendre ce point passe, pour chaque position du cercle $\mathcal{G}$, par le point de contact P des cercles $\mathcal{G}$ et $\mathcal{L}$. Si Q est le second point où cette tangente rencontre le cercle $\mathcal{L}$, on voit immédiatement que les arcs infiniment petits $d(\mathrm{P})$ et $d(\mathrm{Q})$ décrits simultanément par ces points sont tels que

$$\frac{d(\mathrm{P})}{d(\mathrm{Q})} = -\frac{\mathrm{MP}}{\mathrm{MQ}},$$

d'où l'on déduit sans peine que

$$\frac{d(\mathrm{P})}{d(\mathrm{Q})} = \pm\frac{\gamma}{\mu},$$

l'attribution des signes étant la même que ci-dessus.

C'est en partant de ce résultat déjà connu, quoique, peut-être, sous une forme moins précise, que nous avons obtenu les formules suivantes, dont nous nous réservons de publier les démonstrations et de tirer diverses conséquences.

Si p est la distance du centre O à la tangente en M à la courbe qu'engendre ce point, le rayon de courbure r correspondant est donné par

$$r = \pm 4 \frac{\mu\gamma}{\lambda^2} p,$$

le signe + (qui indique que le centre de courbure est du même côté que le centre O par rapport à la tangente) s'appliquant encore aux épicycloïdes, le signe — aux hypocycloïdes.

Pour chaque sommet de la courbe, $p = \lambda$, et par suite le rayon de courbure en un tel point devient

$$r_1 = \pm 4 \frac{\mu\gamma}{\lambda}.$$

Si s désigne l'arc de la courbe compris entre le point M et le sommet S le plus voisin, t la longueur du segment MP de la tangente, on a

$$s = \frac{2\mu}{\beta} t,$$

et l'on déduit aisément de cette formule que, *si* U *est le conjugué harmonique de* M *par rapport à* P *et* Q, *on a* arc MS = MU.

Si σ représente l'aire comprise entre l'arc SM de la courbe, sa tangente MP et l'arc SP du cercle $\mathcal{L}$, et u l'aire du segment du cercle $\mathcal{G}$ limité par sa corde PM, on a

$$\sigma = \frac{\lambda}{\beta} u.$$

L'arc de la courbe, compris entre deux points de rebroussement consécutifs, qui correspond à une révolution complète du cercle $\mathcal{G}$, sera dit un *arc complet* de cette courbe; le secteur limité par cet arc et par les rayons issus de O qui aboutissent en ses extrémités, un *secteur complet*. Cela posé, la longueur s_c de l'un, la surface σ_c de l'autre sont données par les formules

$$s_c = 8 \frac{\mu\gamma}{\beta},$$
$$\sigma_c = \pi \frac{\gamma\lambda\mu}{\beta} = \frac{\Omega\lambda\mu}{2},$$

Ω étant l'angle au centre O correspondant à un arc complet. Sous sa seconde forme, la dernière formule écrite montre que l'aire σ_c est égale à celle du secteur, limité aux mêmes rayons, du cercle de centre O dont le rayon est égal à $\sqrt{\lambda\mu}$, c'est-à-dire de celui qui coupe orthogonalement tous les cercles inscrits dans la couronne comprise entre les cercles $\mathcal{L}$ et $\mathfrak{M}$.

Dans le cas où le rapport $\frac{\beta}{\gamma}$ est égal à un nombre entier n, la courbe est une épi- ou hypocycloïde algébrique à n rebroussements réels, et nous voyons alors que sa longueur totale s_t et son aire totale σ_t sont données par les formules

$$s_t = 8\mu,$$
$$\sigma_t = \pi\lambda\mu,$$

qui se traduisent par les énoncés que voici :

La longueur d'une épi- ou hypocycloïde algébrique quelconque est égale au périmètre du carré circonscrit à son cercle moyen ;

Son aire est égale à celle du cercle qui coupe orthogonalement tous les cercles inscrits dans la couronne comprise entre son cercle limite et son cercle moyen.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un procédé de M. Boussinesq.* Note de M. **Nicolas Kryloff.**

Dans un article intitulé : *Sur l'application de la méthode de W. Ritz au problème des oscillations contraintes* [1], j'ai démontré le théorème suivant :

Si, en appliquant à l'équation de ce problème la méthode de W. Ritz, on cherche à obtenir la fonction voulue (l'intégrale de l'équation) sous forme d'une série procédant suivant les fonctions fondamentales *correspondantes $v_n(x)$, les coefficients du développement final de Ritz se déterminent individuellement et leur expression* [2], $\frac{f_n}{\lambda_n - \lambda}$, *est identique à celle qu'on obtient par l'application*

---

[1] *Bulletin de la Société mathématique de Kharkoff*, 2e série, t. 14.

[2] Où $\frac{d^2 u}{dx^2} + \lambda A(x) u + f = 0$; $f_n = \int_a^b f v_n \, dx$; λ_n = valeur singulière; dans le cas $A(x) = \text{const.}$, l'expression des coefficients devient évidemment $\dfrac{f_n}{\dfrac{n^2\pi^2}{(b-a)^2} - \lambda A}$.

de la méthode fondamentale de la Physique mathématique, dite de Schwartz-Poincaré-Stekloff.

Remarquons en passant que ce résultat peut présenter, ce semble, un certain intérêt; *car par cette voie on obtient, dans le cas particulier il est vrai, la justification du procédé de Ritz, même quand la forme quadratique sous le signe d'intégrale à varier n'est pas définie positive, c'est-à-dire quand n'est pas réalisée une condition qui était essentielle dans les raisonnements de Ritz.*

Cela étant, faisons quelques remarques intimement liées à ce qui précède, à propos d'un procédé (revenant aussi, comme celui de Ritz, à un problème de variation), qu'a fait connaître M. Boussinesq au Tome I (p. 316) de sa *Théorie analytique de la chaleur;* on part directement de l'équation

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \lambda \mathrm{A}(x) u + f = 0, \tag{1}$$

et l'on tâche de rendre le plus petit possible le carré moyen de l'erreur, c'est-à-dire l'intégrale

$$\mathrm{I} = \int_a^b \left[\frac{d^2 u}{dx^2} + \lambda \mathrm{A}(x) u + f \right]^2 dx. \tag{2}$$

Puisqu'on cherche la solution de (1), s'annulant en a et b, on est tenté, en imitant la méthode de Ritz, de substituer à u dans I la série limitée

$$\sum_{m=1}^{m=n} \alpha_m \varphi_m(x),$$

de mettre ensuite en jeu les équations $\frac{\partial \mathrm{I}}{\partial \alpha_i} = 0$ et de rechercher si les approximations pour u, ainsi obtenues, convergent vers la solution exacte du problème.

Puisque la convergence du procédé de M. Boussinesq, envisagée à ce point de vue, n'a pas été étudiée (à notre connaissance) théoriquement [1], il ne sera pas peut-être dénué d'intérêt de montrer que, dans le cas

$$\mathrm{A}(x) = \text{const.},$$

on peut affirmer la convergence du procédé.

---

[1] Quelques calculs numériques ont été faits dans une Thèse récente de M. Paschoud.

En effet, dans le cas considéré, les fonctions fondamentales et les valeurs singulières seront respectivement

$$\varphi_n(x)=\sqrt{\frac{2}{(b-a)}}\sin\frac{n\pi(x-a)}{(b-a)}, \qquad \lambda_n=\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}.$$

Donc l'intégrale I prendra la forme plus explicite

$$\mathrm{I}=\sum\frac{\pi^4 n^4}{(b-a)^4}\alpha_n^2+\lambda^2\mathrm{A}^2\,\Sigma\alpha_n^2+\int_a^b f^2\,dx-2\Sigma f_n\alpha_n\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}$$
$$+2\lambda\mathrm{A}\sum f_n\alpha_n-2\lambda\mathrm{A}\sum\alpha_n^2\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2},$$

car

$$\varphi_n''(x)=-\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}\varphi_n(x).$$

Par suite, les conditions

$$\frac{\partial\mathrm{I}}{\partial\alpha_i}=0 \qquad (i=1,2,\ldots,n)$$

déterminent individuellement les coefficients, et l'on obtient

$$\frac{\pi^4 n^4}{(b-a)^4}\alpha_n+\lambda^2\mathrm{A}^2\alpha_n-f_n\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}+\lambda\mathrm{A}f_n-2\lambda\mathrm{A}\alpha_n\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}=0;$$

d'où

$$\alpha_n=\frac{f_n}{\left[\frac{n^2\pi^2}{(b-a)^2}-\lambda\mathrm{A}\right]},$$

expression identique à celle obtenue par l'application de la méthode de Ritz; et puisque nous avons développé suivant les fonctions fondamentales du problème, on a, d'après le résultat de notre Note mentionnée, la solution exacte. Donc le procédé de M. Boussinesq donne l'intégrale cherchée, et quoique nous n'ayons considéré ici qu'un cas bien particulier [$\mathrm{A}(x)=$ const.], tout porte à croire que ce cas n'est pas le seul et cela peut tenter les efforts d'un chercheur.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sirène harmonique à corde. Mesure du module d'Young.* Note de M. **A. Guillet**, transmise par M. Appell.

Il est curieux de constater que les cordes vibrantes, qui sont d'un emploi si fréquent et si ancien en Musique, ne sont utilisées qu'exceptionnellement en Physique. Pourtant les propriétés de la corde, résumées dans les formules

$$N = \frac{1}{ld}\sqrt{\frac{E}{\pi\rho}}, \tag{1}$$

$$\Delta l = \frac{1}{E}\, l\, \frac{\Delta F}{s}, \tag{2}$$

qui en font connaître la fréquence fondamentale et l'allongement élastique, sont beaucoup plus simples que celles du diapason dont l'usage est cependant si répandu.

Cela tient, sans doute, aux difficultés plus grandes que présente l'entretien électrique du mouvement vibratoire d'une corde. Son peu de masse, l'amortissement considérable de sa vibration, l'impossibilité de la charger d'organes auxiliaires sont, en effet, autant d'obstacles à surmonter.

En réalité, ainsi que je m'en suis assuré, les modes d'entretien appliqués avec succès au diapason [1] s'adaptent à la corde, mais à la condition de bien combiner et de bien placer le contact. C'est, en effet, extrêmement près de l'un des points d'attache de la corde qu'il faut le placer et non pas en un point d'amplitude relativement grande, comme un examen superficiel conduit à le faire.

Je préciserai sur le cas d'une sorte de sirène à corde d'acier et à entretien direct, que j'ai étudiée autrefois et reconstruite récemment pour répondre au désir de M. G. Lippmann.

Il y a lieu de rejeter, pour cette application, l'entretien par microphone en raison de sa sensibilité à tous les mouvements du support et de sa variabilité d'état, et d'adopter un contact à charbon spécialement construit dont l'un des pôles A est solidaire de la corde et l'autre B formé par un disque de charbon dont on peut régler, par ressort et bague filetée, le degré de mobilité élastique. Évidemment, le pôle A, constitué par un très court

---

[1] A. Guillet, *Nouveaux modes d'entretien des diapasons* (*Comptes rendus*, t. **130**, 1900, p. 1002); *Modes et conditions de l'entretien électrique du mouvement des corps vibrants* (*La Technique moderne*, 1910).

cylindre de métal enfilé à force sur la corde par son milieu et creusé à ses extrémités pour recevoir une tige de charbon ou d'acier, doit non seulement être placé très près de l'une des extrémités de la corde, mais encore l'approche de B vers A doit être exécutée à l'aide d'une vis micrométrique à pas très fin, différentiel même s'il se peut, et par translation.

Si l'on opère par entretien direct et par attraction, un électro-aimant rectiligne est disposé en regard du milieu de la corde et du côté opposé à celui où se trouve le contact : il faut, en effet, que l'action de l'électro s'exerce dans un sens tel que l'aire du cycle d'entretien réponde à un travail positif des attractions. Toutes les inerties d'ordre magnétique ou électrique qui conditionnent le cycle d'entretien sont dans le sens de cette opposition qui favorise d'autre part la coupure du circuit.

Lorsque la corde est fine, il est utile de renforcer l'attraction en frétant son milieu, c'est-à-dire le point d'attaque, et il suffit pour cela par exemple d'enrouler un fil de fer autour de la corde. Cet artifice devient indispensable dans le cas d'une corde à boyau ou d'un métal autre que le fer.

La corde est tendue sur un support stable aussi indéformable que possible à l'aide d'une vis micrométrique commandant, par translation, la pièce solidaire de l'une des extrémités de la corde. La tête de la vis est de grand diamètre et porte des divisions. Des barrettes autour desquelles le fil est enroulé sont retenues dans des logements cylindriques qui supportent la tension, et la longueur utile de la corde est limitée par des porte-fôrets massifs. La corde étant en vibration, il suffit d'agir sur la vis d'une manière continue pour faire monter ou descendre le son et produire par suite l'effet bien connu de Sirène.

Avec un fil de $\frac{5}{10}$ de millimètre et d'environ 30^{cm} de longueur, il est facile de traverser l'intervalle de fa_2 à la_3 par exemple, à la condition de ne pas produire d'allongement résiduel; il est remarquable de constater avec quelle précision une même fréquence correspond à une même division du tambour. A ce point de vue, l'appareil permet de déterminer le module d'Young par la formule (2), puisque l'on connaît, par la loi des cordes (1), la variation de tension qui passe d'une note à une autre note, et que l'allongement correspondant est donné par la lecture du tambour. Un système de deux interrupteurs-sirènes permet la construction peu coûteuse d'un trieur par synchronisation du type que j'ai décrit ultérieurement [1].

---

(1) Voir A. Guillet, *Trieur par synchronisation* (*Comptes rendus*, t. 152, 19 juin 1911, p. 1749).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur deux séries de complexes dérivés du platine bivalent et correspondant à l'indice de coordination* 6. Note (¹) de MM. L. **Tschugaeff** et **W. Lebedinski**, présentée par M. A. Haller.

On admet habituellement que les complexes dérivés du platine *bivalent* correspondent toujours *à l'indice de coordination* 4, tandis que ceux qui dérivent du platine tétravalent sont caractérisés par l'indice 6.

Or cette règle ne peut pas être considérée comme générale. Les faits qui feront l'objet de la Note actuelle nous autorisent à conclure que les dérivés du platine bivalent peuvent bien appartenir au type $[Pt\,6A]X^2$.

Hofmann et Bugge (²) ont décrit, il y a quelque temps, le composé $(Pt\,2CH^3CN.Cl^2)$ qu'ils ont préparé en partant de l'acétonitrile et du chloroplatinite de potassium. En chauffant ce composé avec prudence, nous avons réussi à le transformer en une modification isomérique, que nous allons désigner par β, en réservant l'indication α pour le composé de Hofmann et Bugge.

Ces deux isomères α et β possèdent la propriété de fixer 4^{mol} NH^3 par molécule de la substance primitive, soit en solution aqueuse à la température d'ébullition, soit par l'action de l'ammoniaque liquéfiée en tubes scellées.

On obtient ainsi deux chlorures également isomères, α et β, et correspondant à la même formule de coordination

$$[Pt.2\,CH^3CN.4\,NH^3]Cl^2.$$

Ils sont parfaitement incolores et très solubles dans l'eau; le chlore y est complètement ionisé. Pour caractériser ces corps nous en avons préparé et analysé les chloroplatinites

$$[Pt.2\,CH^3CN.4\,NH^3]\,PtCl^4$$

et les picrates

$$[Pt.2\,CH^3CN.4\,NH^3]\,(C^6H^2N^3O^7)^2.$$

Nous avons également mesuré leur conductivité moléculaire. L'ensemble des résultats que nous avons obtenus nous autorise à conclure que l'existence

(¹) Séance du 2 novembre 1915.

(²) *D. ch. G.*, t. 40, 1907, p. 1772

du cation complexe

$$[Pt.2\,CH^3CN.4\,NH^3]^{++}$$

ne peut pas être mise en doute.

Il faut remarquer que l'ammoniaque est assez fortement liée dans la molécule des chlorures

$$Pt.2\,CH^3CN.4\,NH^3]\,Cl^2,$$

car elle ne se laisse pas titrer par les acides minéraux à froid, et ce n'est qu'à l'ébullition avec l'acide chlorhydrique que la molécule complexe est décomposée, 2^{mol} d'ammoniaque et 2^{mol} d'acétonitrile étant éliminées simultanément.

On obtient dans ces conditions, en partant du chlorure α, le chlorure de Peyrone et, en partant du chlorure β, le sel de la base II de Reiset.

Ces réactions nous permettent de fixer d'une façon assez nette la configuration stéréochimique du chlorure α décrit par Hofmann et Bugge, de son isomère β, ainsi que des deux produits qu'on obtient en partant de ces corps par l'action de l'ammoniaque :

$$\underset{(\alpha).}{\left[\begin{matrix} CH^3CN \\ CH^3CN \end{matrix} Pt \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}\right]} \xrightarrow{+NH^3} \underset{(\alpha).}{\left[\begin{matrix} & NH^3 & \\ CH^3CN & & NH^3 \\ & Pt & \\ CH^3CN & & NH^3 \\ & NH^3 & \end{matrix}\right]} \xrightarrow{Cl^2+HCl} \left[\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} Pt \begin{matrix} NH^3 \\ NH^3 \end{matrix}\right]$$

$$\downarrow$$

$$\underset{(\beta).}{\left[\begin{matrix} CH^3CN \\ Cl \end{matrix} Pt \begin{matrix} Cl \\ NCCH^3 \end{matrix}\right]} \xrightarrow{+NH^3} \underset{(\beta).}{\left[\begin{matrix} & NH^3 & \\ CH^3CN & & NH^3 \\ & Pt & \\ NH^3 & & NCCH^3 \\ & NH^3 & \end{matrix}\right]} Cl^2 \xrightarrow{+HCl} \left[\begin{matrix} Cl \\ NH^3 \end{matrix} Pt \begin{matrix} NH^3 \\ Cl \end{matrix}\right]$$

L'étude de ces composés curieux est poursuivie dans notre laboratoire.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la région de Brignoles (Var).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Henri Douvillé.

Les études de détail que je poursuis depuis plusieurs années dans la chaîne de la Sainte-Baume et dans les massifs voisins m'ont amené à reconnaître, dans cette région, trois séries distinctes, superposées par charriage : I. *Une série normale inférieure* ou *série autochtone*, constituée par des terrains en place; II. *Une série renversée;* III. *Une série normale supé-*

rieure, la « grande nappe de la Basse-Provence » de Marcel Bertrand, reposant tantôt sur la série renversée, tantôt sur la série autochtone, et qui, en réalité, se résout en trois nappes plus ou moins bien individualisées : *a*. La *nappe de Riboux* ou *nappe triasique*, entièrement laminée dans sa partie médiane, si bien que sa partie frontale (zones triasiques de l'Huveaune et de Rougiers-Barjols) est complètement séparée de sa racine; *b*. La *nappe de Cuges et de Signes* ou *nappe jurassique*; *c*. La *nappe de Gémenos* ou *nappe urgonienne*. Ces trois nappes secondaires ont leurs racines sur le bord méridional du massif de la Sainte-Baume.

Si l'on cherche à préciser l'extension vers l'est de ces différentes séries, on peut faire abstraction de la série renversée et de la nappe urgonienne, qui ont entièrement disparu à l'est du méridien de Mazaugues. Mais on éprouve de grandes difficultés à faire, sur la feuille de Draguignan, le départ des aires de répartition revenant à la série autochtone et à chacune des deux nappes. Après de nombreuses courses dans la région de Brignoles, j'ai été amené à compléter et à rectifier les données d'un schéma publié il y a plusieurs années en collaboration avec M. Léon Bertrand [1].

Je me suis guidé, dans mes recherches, à la fois sur la continuité horizontale des terrains et sur les caractères stratigraphiques propres à chaque série. Par voie de continuité, j'ai pu m'assurer que la série charriée, désignée précédemment sous la dénomination de « nappe des Bessillons », n'est autre chose que la série normale supérieure. Pour les mêmes raisons, je suis amené maintenant à attribuer à la série autochtone : 1° le synclinal de Camps, continuation du socle de la Sainte-Baume; 2° les collines jurassiques de Tourves, de la Celle et de Brignoles, au sud de la vallée du Caramy. Ce résultat est confirmé par les caractères stratigraphiques de toute cette zone. En effet, dans le massif de la Sainte-Baume, la bauxite est étroitement localisée dans la série autochtone, où elle occupe un niveau très constant entre les termes les plus élevés du Jurassique et les calcaires à Hippurites santoniens, qui eux-mêmes se rencontrent exclusivement dans la série autochtone. Or, dans la région au sud de Brignoles, la bauxite et les calcaires à Hippurites sont rigoureusement cantonnés dans la bande que, par voie de continuité, j'étais conduit à considérer comme autochtone. Les deux formations font défaut dans les massifs de la Loube et de Saint-Quinis, que M. Zurcher a depuis longtemps homologués aux masses charriées de la Sainte-Baume. Précédemment nous n'avions

---

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 15 janvier 1912, p. 147, figure.

attribué, M. Bertrand et moi, à la série autochtone que la zone de Salernes et celle du Val-Vins, caractérisées également par le grand développement de la bauxite, surmontée ici par un Néocrétacé continental et lacustre. Il existe donc, sur la feuille de Draguignan, *trois* larges bandes de terrains autochtones, qui alternent avec de vastes surfaces constituées par des terrains charriés, où l'on ne rencontre ni bauxite ni dépôts néocrétacés.

Les deux bandes de terrains charriés qui séparent l'une de l'autre les trois bandes autochtones sont en continuité, à l'ouest, avec la zone triasique de Rougiers-Barjols, à l'est, avec le Trias de la dépression permienne de Cuers-Vidauban. Ce Trias est continu également, à Besse, avec celui qui forme la base de la zone charriée de Saint-Quinis et de la Loube et avec celui de la fenêtre de Garéoult. Tous ces terrains charriés et, par conséquent, aussi ceux de la dépression permienne, appartiennent donc à une seule et même nappe principale, la grande nappe de la Basse-Provence, mais cette nappe s'est divisée, par une sorte de clivage, en deux nappes secondaires, une nappe inférieure (III *a*), où prédominent le Trias et le Lias, et une nappe supérieure (III *b*), qui débute généralement par le Bathonien calcaire ou par les Dolomies (masse dolomitique au sud de Vins, à l'est du col du Val; lambeau de Pigollet; plateau dolomitique des Selves), exactement comme dans la Sainte-Baume. Mais le décollement des deux nappes secondaires ne s'est cependant pas produit partout, et l'on observe souvent la continuité dans le sens vertical de tous les terrains, depuis le Trias jusqu'aux Dolomies (Cabasse, Besse). Je signalerai, en outre, l'étirement complet que subit quelquefois la nappe inférieure, entre l'autochtone et la nappe supérieure (le Val, versant nord de la Loube).

Mon attention a été particulièrement attirée sur la terminaison orientale des deux bandes autochtones du Val-Vins et de Camps. Par analogie avec ce qui se passe à Lorgues pour la bande de Salernes, on pouvait conclure *a priori* qu'elles s'enfoncent en tunnel sous la nappe triasique. Malgré l'existence d'accidents secondaires qui compliquent ces terminaisons, j'ai pu m'assurer que c'est en réalité ce qui se produit.

Entre Vins et le confluent du Caramy et de l'Issole, la bande autochtone du Val-Vins se réduit à une très faible largeur.

Les affleurements du Garumnien, qui ici reposent directement sur la bauxite, occupent l'axe d'une voûte dont les deux flancs sont formés de calcaires bathoniens appartenant à la nappe supérieure. Plus à l'est, au delà de la Gagère, la bande autochtone s'élargit de nouveau, tandis que la nappe supérieure n'est plus représentée

que par des lambeaux de calcaires bathoniens ou de Dolomies, en couches sensiblement horizontales. Mais il y a plus : ces lambeaux de recouvrement sont séparés des bauxites et du Garumnien sous-jacents par une lame ondulée d'épaisseur variable, constituée par une série allant du Trias moyen à l'Hettangien, en succession tantôt inverse, tantôt normale (ravin au sud de l'abbaye du Thoronet). Entre le Thoronet et le Cannet-du-Luc, les témoins de la nappe supérieure ont disparu, tandis que la série autochtone forme une voûte dissymétrique, portant de la bauxite sur son flanc nord-ouest seulement. Le Trias de la nappe inférieure s'appuie sur les deux flancs de la voûte et devait sans doute primitivement la recouvrir en entier. Au Cannet, le pli s'arrête brusquement, comme l'avait reconnu Marcel Bertrand, « avec enfouissement de son extrémité ».

A l'ouest de Flassans, la bande autochtone de Camps s'enfonce de même sous la nappe triasique, mais ici les failles verticales, qui jouent, dans la région de Brignoles, un rôle assez important (Tourves, route de Brignoles à Flassans) viennent masquer la disposition périclinale de la terminaison.

Il résulte nettement de mes observations dans la région de Brignoles que la série autochtone apparaît ici exclusivement sous la forme de *fenêtres* ménagées par l'érosion dans la grande nappe de la Basse-Provence. A l'extrémité orientale de chacune d'elles leurs terrains s'enfoncent sous ceux de la dépression permienne, *qui fait elle-même partie de la nappe*.

Jusqu'ici les bauxites n'ont été exploitées que sur les lignes d'affleurement. Les perspectives d'exploitation en profondeur, *sous les nappes*, sont pour ainsi dire illimitées. On doit souhaiter que ces immenses réserves ne se trouvent pas un jour, elles aussi, aliénées entre les mains de capitalistes étrangers.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine des pigments anthocyaniques.* Note de **M. A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A. Deux hypothèses ont été proposées pour expliquer l'origine des pigments anthocyaniques. L'une, soutenue par la plupart des auteurs, admet que les pigments anthocyaniques résultent de la transformation (oxydation) de composés phénoliques incolores préformés dans les cellules. L'autre formulée par R. Combes, adoptée ensuite par Graje et Rosé, admet au contraire que les pigments anthocyaniques se forment plutôt de toutes pièces, c'est-à-dire, directement à l'état de produits colorés.

Dans un Mémoire récent [1], nous avons apporté des faits précis qui ont confirmé cette dernière hypothèse. Nous avons démontré en effet que

[1] *Revue générale de Botanique*, 1914.

l'anthocyane est le produit de l'activité des mitochondries et apparaît directement au sein des mitochondries. Dans les dents des jeunes folioles de diverses variétés de Rosier qui ont été l'objet principal de nos recherches, l'anthocyane se forme directement en effet au sein des mitochondries. La même constatation a été faite également dans un certain nombre d'autres végétaux. Cependant, nous avons observé, dans certains cas, par exemple dans certaines dents des foliales de Rosier, que l'anthocyane, qui se forme généralement de toutes pièces dans les mitochondries, peut résulter de la transformation de composés phénoliques nés comme l'anthocyane dans les mitochondries et se transformant en pigments une fois dissous dans les vacuoles. Aussi avons-nous conclu que dans tous les exemples observés par nous, l'anthocyane, bien que pouvant résulter parfois de la transformation d'un composé phénolique incolore, se forme en général de toutes pièces au sein des mitochondries, ce qui confirmait absolument la théorie de R. Combes.

Cette conclusion peut-elle être généralisée? C'est la question que nous nous sommes proposé de résoudre par l'étude de la formation de l'anthocyane dans l'épanouissement des bourgeons et dans la pigmentation des fleurs d'un certain nombre de végétaux. Nos observations pour la plupart vitales, faites pendant les étés 1914 et 1915 et dont nous avons déjà résumé quelques résultats dans notre Note antérieure (¹), nous ont amené à modifier cette conclusion et à admettre que l'anthocyane, bien qu'apparaissant souvent directement au sein des mitochondries comme dans les dents des folioles de Rosier, semble cependant résulter aussi fréquemment de la transformation de composés phénoliques préexistants.

B. Une observation minutieuse de la formation de l'anthocyane dans les folioles du Rosier montre que, si l'anthocyane apparaît directement en général sous forme de produit coloré au sein des mitochondries dans les dents et dans les poils sécréteurs, elle résulte au contraire de la transformation d'un composé phénolique incolore dans toutes les autres parties épidermiques des folioles. Les folioles très jeunes ne renferment de pigments que dans leurs dents. On peut suivre avec la plus grande netteté la formation de ce pigment au sein des mitochondries comme nous l'avons dit dans notre Mémoire. Dans toutes les autres cellules épidermiques, on rencontre à ce moment un composé phénolique incolore en voie de formation. Ce composé apparaît comme l'anthocyane au sein de chondriocontes, qui prennent l'aspect d'haltères et dont les renflements de chaque haltère

(¹) *Comptes rendus,* t. 161, 1915, p. 494.

se séparent par résorption de la partie effilée du chondrioconte sous forme de corpuscules arrondis. Ceux-ci grossissent, puis émigrent dans les vacuoles et s'y dissolvent. Ce n'est qu'une fois dissous dans les vacuoles, c'est-à-dire à un stade plus tardif du développement des folioles, que ce composé se transforme en pigment anthocyanique qui colore alors la feuille tout entière.

De même dans les bourgeons de *Juglans regia*, au moment de leur épanouissement, l'anthocyane apparaît le plus souvent d'abord à l'état de produit incolore au sein des mitochondries et ce n'est généralement qu'un peu plus tard, soit au cours de son accroissement dans les mitochondries, soit une fois dissous dans les vacuoles, que ce produit rougit.

Il en est de même dans les feuilles de *Rhus vernicifera*, *Rubus fruticosus*, *Corylus Avellana*, *Acer pseudoplatanus*, *Ampelopsis Veitchii*. Cependant dans les poils sécréteurs de *Rhus vernicifera* et *Corylus Avellana*, l'anthocyane se forme toujours directement à l'état de produit coloré.

Dans d'autres cas, moins fréquents (feuilles de *Cesalpinia Gilletii*, *Cydonia japonica*), l'anthocyane apparaît au contraire toujours directement sous forme de pigment.

Dans les fleurs de Rosier (variétés rouges) et de *Pelargonium zonale* (variété rouge), l'anthocyane résulte toujours, comme nous l'avons montré dans notre Note antérieure, de la transformation d'un produit incolore. Il en est de même dans la fleur d'*Althœa rosea*. Dans la fleur d'*Iris germanica*, l'anthocyane se forme en deux phases : dans la première, elle résulte de la transformation d'un produit incolore; dans la seconde, la plus active, elle apparaît directement au sein des mitochondries. Dans la fleur de Canna florifère, au contraire, l'anthocyane se forme toujours exclusivement de toutes pièces.

C. D'après l'ensemble de ces observations, on voit donc que si l'anthocyane se forme directement au sein des mitochondries dans un grand nombre de cas, elle semble cependant, tout aussi fréquemment, dériver de la transformation d'un composé phénolique incolore préalablement formé au sein des mitochondries et dissous dans les vacuoles. Cette conclusion coïncide avec les résultats normaux de R. Combes [1] qui, lui aussi, a pu constater par une autre méthode que la nôtre, par la méthode chimique, que l'anthocyane résulte souvent de la transformation de composés phénoliques incolores préexistant dans les cellules, et a dû abandonner le caractère un peu trop exclusif de sa théorie. Ainsi, nos recherches démontrent que les deux

---

[1] *Revue générale de Botanique*, 1914.

théories adverses sont exactes et que l'anthocyane peut selon les circonstances naître directement sous forme de pigment ou résulter de la transformation (1) de composés incolores préexistants.

D. Un autre résultat intéressant qui se dégage de nos recherches est le fait que la présence de composés phénoliques (2), dans les cellules épidermiques des végétaux, semble être à peu près générale. Selon les cas, ces composés peuvent apparaître directement à l'état de pigments (anthocyane), ou bien naître sous forme de produits incolores et se colorer ensuite, ou souvent enfin rester toujours incolores. Dans la fleur d'*Iris germanica*, par exemple, les parties de l'épiderme qui ne renferment pas d'anthocyane, comme celles de la base des sépales et des pétales, possèdent néanmoins dans leurs cellules des composés phénoliques incolores formés de la même manière que l'anthocyane. Pareillement, dans la fleur de *Pelargoniun zonale* (variété blanche), on retrouve dans toutes les cellules épidermiques des composés phénoliques dissous dans les vacuoles et dérivés des mitochondries, qui correspondent à l'anthocyane qu'on rencontre dans la variété rouge.

Ces faits constatés déjà dans notre Mémoire antérieur, confirmés ensuite par F. Moreau, prouvent donc que, comme l'avait déjà pensé R. Combes, les composés phénoliques sont des corps généralement présents dans les cellules épidermiques, et constituent en quelque sorte une sécrétion normale de ces cellules. Seulement, selon des circonstances encore mal précisées, ces corps peuvent naître directement sous forme de pigments ou se former à l'état de produits incolores, qui peuvent ultérieurement, suivant les cas, ou bien se pigmenter ou bien rester constamment incolores.

---

(1) Selon R. Combes, cette transformation ne consiste pas en une oxydation comme cela a été admis jusqu'ici, mais au contraire en une réduction.

(2) Les composés phénoliques incolores présentent les mêmes réactions microchimiques que les pigments anthocyaniques : ils noircissent par les sels ferriques, réduisent l'acide osmique, fixent le bleu de méthylène, se colorent en jaune par le bichromate de potasse. Ils s'en distinguent cependant, comme l'a montré R. Combes et comme nous l'avons vérifié, par le fait que le réactif de Courtonne les colore en jaune, tandis qu'il colore l'anthocyane en vert.

ANTHROPOMÉTRIE. — *Caractères morphologiques généraux des aliénés.* Note [1] de MM. A. Marie et Léon Mac-Auliffe, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avions entrepris, avant l'ouverture des hostilités, une série complémentaire de mensurations ayant pour but de contrôler les résultats déjà obtenus par nous et dont les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* ont fait mention.

La déclaration de guerre nous avait empêchés de poursuivre ces travaux; mais tout en étant mobilisés, nous avons pu mener à bien l'achèvement de cette tâche, grâce à l'aimable assistance de M. Prunier, inspecteur principal du Service anthropométrique.

Sous la direction de ce dernier, 100 hommes aliénés, épileptiques ou idiots pris au hasard dans le service de l'un de nous, ont été mensurés avec soin, et les résultats de cette recherche viennent confirmer en tous points nos précédents travaux, *à savoir que les pensionnaires des asiles présentent une morphologie très différente de la normale.* Comme dans les précédentes statistiques ont été éliminés les cas extrêmes (idiots nains, individus présentant du gigantisme, etc.) susceptibles de vicier notre étude.

Les chiffres que nous publions ci-dessous sont le résultat de la combinaison de nos résultats statistiques passés et récents.

Il ressort de cette deuxième étude, comme de la première, que la taille des aliénés, en vertu de la dégénérescence, est en majorité petite; que ces malades présentent un buste court (123 fois sur 200), ce qui paraît indiquer un arrêt de développement ontogénique des organes que le buste renferme: appareil pulmonaire et digestif.

Par contre, les membres et surtout les membres inférieurs semblent subir au cours de leur développement une poussée exagérée (hyperexcitabilité de croissance): 127 fois sur 200 les membres inférieurs ont été trouvés grands; 31 fois seulement ils étaient au-dessous de la moyenne; l'envergure a été trouvée grande 89 fois sur 200, et petite 43 fois seulement. Cependant le pied est de dimensions petites 97 fois sur 200. Les mêmes phénomènes anormaux se constatent dans le développement ontogénique de la tête, 92 fois sur 200 la largeur de tête est grande. L'accroissement des diamètres transversaux de l'extrémité céphalique, en particulier celui du diamètre frontal, caractérise les races dites *supérieures* et toutes choses égales d'ailleurs

---

[1] Séance du 2 novembre 1915.

la prédominance cérébrale. C'est dans le sens de la largeur de la tête que l'on pouvait prévoir des irrégularités de développement chez les aliénés, et c'est ce qui s'observe en effet.

Enfin, fait très curieux et que nous avons signalé déjà au cours de nos précédentes études, il se confirme que les oreilles des pensionnaires des asiles d'aliénés sont le plus souvent grandes. Nous croyons devoir rappeler que ce même caractère a été signalé par nous chez les femmes aliénées.

Si l'on se rappelle qu'anatomiquement, aussi bien qu'au point de vue embryologique et physiologique, l'appareil auditif n'est qu'un *prolongement* du cerveau, ces anomalies dans le développement du pavillon auriculaire doivent être envisagées comme le reflet de troubles dans l'ontogénèse de l'encéphale (hyperexcitabilité de croissance).

Statistique de 200 aliénés, épileptiques ou idiots de l'asile de Villejuif.

Taille	Petite	72
	Moyenne	65
	Grande	63
Buste (1)	Petit	123
	Moyen	52
	Grand	23
Envergure (1)	Petite	43
	Moyenne	65
	Grande	89
Membres inférieurs (1)	Petits	123
	Moyens	52
	Grands	23
Coudée gauche (1)	Petite	66
	Moyenne	64
	Grande	69
Médius gauche (1)	Petit	62
	Moyen	61
	Grand	76
Auriculaire gauche (1)	Petit	73
	Moyen	47
	Grand	76
Pied gauche (1)	Petit	97
	Moyen	52
	Grand	50

(1) Dans notre première série, en raison de l'agitation des malades, il n'avait pu être pris sur 100 sujets que les mensurations suivantes : 98 bustes, 97 envergures, 98 membres inférieurs, 99 coudées, 99 médius, 96 auriculaires, 99 pieds.

Statistique de 200 aliénés, épileptiques ou idiots de l'asile de Villejuif (suite).

Longueur de tête	Petite	73
	Moyenne	57
	Grande	70
Largeur de tête	Petite	66
	Moyenne	42
	Grande	92

Sériation à sept termes de la longueur de l'oreille droite de 200 aliénés, épileptiques ou idiots de l'asile de Villejuif.

Très petite : *p* (de 0^m à $0^m,050$ inclus)	3
Petite : *p* (de $0^m,051$ à $0^m,056$)	19
Légèrement petite : *p* (de $0^m,057$ à $0^m,060$)	30
Moyenne : *m* (de $0^m,061$ à $0^m,063$)	48
Légèrement grande : *g* (de $0^m,064$ à $0^m,066$)	55
Grande : *g* (de $0^m,067$ à $0^m,070$)	35
Très grande : *g* (de $0^m,071$ à X)	10

OPHTALMOLOGIE. — *La trémulation physiologique de l'iris* (*fausse iridodonèse*). Note [1] de M. **Bonnefon**, présentée par M. Henneguy.

Il est admis que la membrane irienne, étroitement accolée à l'état normal contre la face antérieure du cristallin, et soumise de part et d'autre à des pressions qui s'équilibrent rigoureusement (pression de la chambre antérieure d'une part, pression de la chambre postérieure et de l'humeur vitrée de l'autre), s'étale entre les deux chambres aqueuses à la manière d'un voile bien tendu. Les mouvements de dilatation et de contraction pupillaires s'accomplissent sans modifier cette rigidité apparente : tandis que les bords pupillaires, mus par le sphincter, glissent à frottement doux sur la face antérieure de la lentille, le rideau irien se déplisse ou se rétracte sans que la moindre oscillation antéro-postérieure vienne trahir un flottement quelconque de ses plis.

La trémulation de l'iris ou *iridodonèse* a été considérée de tous temps comme de nature exclusivement pathologique et liée à des modifications anatomiques bien définies : déchirure de la zonule et luxation ou subluxation du cristallin, aphakie, ramollissement du corps vitré, etc. Dans tous ces cas il s'agit de lésions importantes du globe oculaire, s'accompagnant de troubles fonctionnels et de signes physiques précis qui fixent aisément le

(1) Séance du 2 novembre 1915.

diagnostic. Je n'ai trouvé mentionnée nulle part l'observation d'une iridodonèse qu'on pourrait qualifier de *physiologique*, en ce sens qu'elle existe à l'état de pureté en dehors de toute cause pathologique et de tout défaut fonctionnel. Son existence ne peut être mise en doute, me semble-t-il, d'après les constatations nombreuses que j'ai pu faire à la Clinique ophtalmologique du Val-de-Grâce sur un ensemble d'environ quinze mille yeux.

La première notion de l'existence d'une fausse iridodonèse m'a été donnée par l'examen d'un blessé qui présentait une plaie superficielle de la paupière gauche. Le globe oculaire était intact et la vision normale, mais il existait un léger tremblement de l'iris à sa périphérie qui me fit conclure à une subluxation traumatique du cristallin. Mais l'examen de l'œil droit entièrement sain me révéla un phénomène absolument identique et je réservai ma décision sur l'origine de ce tremblement. A partir de ce moment l'examen systématique de tous les iris à la consultation externe m'a confirmé l'existence, chez des sujets normaux ou faiblement amétropes, indemnes de tout traumatisme récent ou ancien, d'une iridodonèse bien caractérisée, dont voici la description :

L'œil examiné est soumis à un éclairage oblique intense et le sujet est invité à fixer son index placé à une faible distance du globe (5^{cm} à 6^{cm}). Au bout de quelques secondes la fatigue produite par cet effort se traduit par quelques mouvements saccadés du globe qui cherche à se soustraire à la fixation. C'est à ce moment que le phénomène pourra être observé : la région périphérique de l'iris est soulevée par des oscillations antéro-postérieures de faible amplitude qui cessent lorsque le globe s'immobilise pour reparaître à la saccade suivante. Le phénomène est plus difficile à déceler lorsque le globe exécute de larges mouvements volontaires.

Cette iridodonèse se distingue de l'iridodonèse pathologique par deux traits principaux :

1° Son siège exclusivement périphérique;

2° La faible amplitude des mouvements oscillatoires.

Je n'ai pu déterminer avec une précision suffisante sa fréquence qui doit varier entre 5 et 10 pour 100 des cas observés.

Pour expliquer le phénomène, plusieurs hypothèses peuvent être invoquées :

1° Un relâchement congénital du ligament zonulaire;

2° Un relâchement actif de la zonule au cours de l'accommodation forcée (théorie d'Helmholtz);

3° Une fluidité particulière des masses corticales du cristallin déprimées par la tension zonulaire au cours de l'accommodation (théorie de Tscherning).

Dans ces deux derniers cas l'iridodonèse mériterait bien le titre de *physiologique*. Jusqu'à plus ample informé il nous paraît préférable de lui conserver celui de *fausse iridodonèse*.

Le diagnostic, d'ailleurs facile, entre la fausse iridodonèse et la vraie a en outre une importance médico-légale qu'il convient de souligner.

MÉDECINE. — *Nouvelle méthode radioscopique de recherche sûre des corps étrangers pendant les interventions chirurgicales.* Note [1] de MM. **R. Ledoux-Lebard** et **Dauvillier**, transmise par M. d'Arsonval.

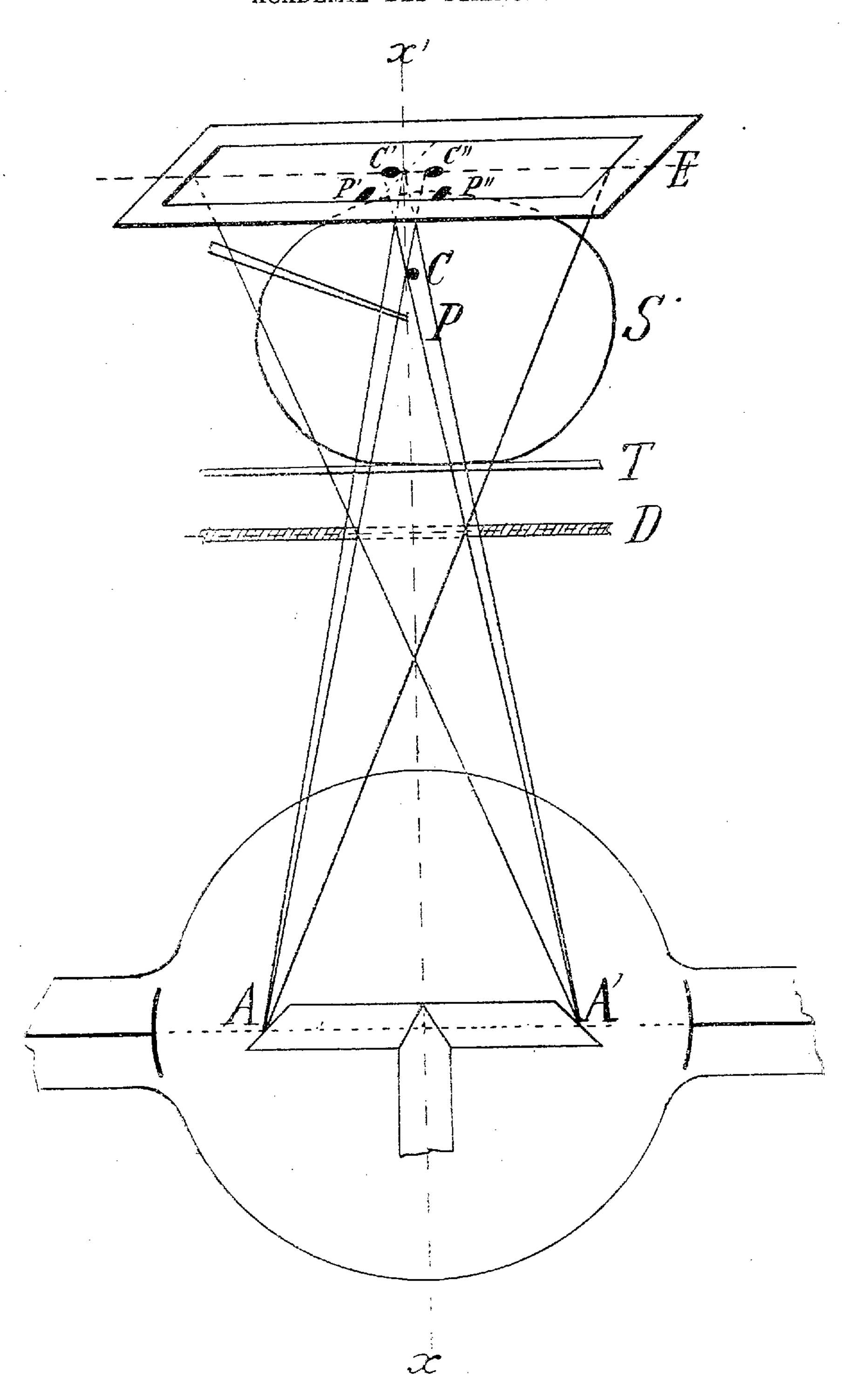
On peut considérer aujourd'hui que la pratique idéale de recherche radiologique des projectiles consiste à faire d'abord, dans la position opératoire, un repérage radioscopique rigoureux qui donnera de plus des indications sur leur siège anatomique puis à pratiquer l'extraction sous le contrôle de l'écran auquel on n'aura recours que lorsqu'il sera nécessaire. Théoriquement, aucun projectile ne saurait plus échapper du moment où l'accès chirurgical est possible.

Mais la radioscopie ne fournit, dans les conditions ordinaires, qu'une projection sur un plan. Le radiologiste ne peut donc donner au chirurgien l'indication de profondeur cependant indispensable dans de nombreux cas pour éviter des tâtonnements préjudiciables à l'opéré.

Pour tourner cette difficulté deux méthodes ont été, à notre connaissance, proposées jusqu'ici. L'une, vulgarisée par Wullyamoz, consiste dans l'emploi d'intruments coudés à angle droit qui permettent de se diriger sûrement vers le corps étranger. Mais ils saisissent mal et doivent être manœuvrés par le radiologiste pour être bien dirigés sans trop de difficulté. Ce procédé ne fournit pas d'indication préalable de profondeur et il est inapplicable dans les régions dangereuses où l'on ne saurait enfoncer un instrument à l'aveugle. L'autre méthode, la radiostéréoscopie, étudiée d'abord par Destot, est infiniment séduisante et semble parfaite. Mais les difficultés de son application sont si grandes qu'elle ne saurait entrer encore dans la pratique.

Il nous a semblé qu'il existait un moyen relativement simple d'obtenir

(1) Séance du 11 octobre 1915.


x'
C'
C''
P'
P''
E
C
P
S
T
D
A
A'
x

des indications radioscopiques de profondeur utilisables par le chirurgien au cours de son intervention.

L'industrie fabrique, pour faciliter la pratique de la radiographie stéréoscopique, des ampoules à double anticathode. Une semblable ampoule donne sur un écran fluorescent deux ombres d'un même point opaque symétriquement placées par rapport au plan normal au milieu de la droite qui joint les focus. Soient A et A′ les foyers d'émission, C une balle située en un point quelconque du corps S d'un sujet placé sur la table d'examen T. Nous aurons, sur l'écran fluorescent E, deux images C′ et C″ de cette balle. Introduisons à sa recherche, dans les tissus, une pince P. L'extrémité de cette pince fournira deux images qui ne pourront coïncider avec C′ et C″ que si P coïncide avec C; en cherchant à réaliser la coïncidence des ombres, on réalisera forcément celle des points matériels qui les produisent. D'autre part, il est évident que si la pince se trouve entre le projectile et l'écran, c'est-à-dire moins profonde que lui, l'écartement P′P″ sera inférieur à C′C″ et qu'inversement, si la pince se trouve entre l'ampoule et le projectile, c'est-à-dire plus profonde que ce dernier, l'écartement P′P″ sera supérieur à C′C″.

Mais en pratique une difficulté apparaît : chaque projection due à une anticathode est voilée par l'autre à ce point qu'on n'obtient plus sur l'écran que deux ombres très pâles qui deviennent tout à fait invisibles si l'on observe une région difficile. Pour obtenir une image satisfaisante nous avons pensé à employer un diaphragme qui évite ce voile, tout en laissant se projeter les deux ombres aussi noires et aussi nettes que si chacune d'entre elles était obtenue dans les conditions habituelles.

A cet effet un diaphragme d'ouverture rectangulaire D, formé de deux volets de plomb actionnés par un pignon engrenant sur deux crémaillères, afin de pouvoir en faire varier l'ouverture dans le sens latéral, est disposé au-dessus de la cupule. Il est mobile dans le sens vertical le long d'une glissière, tout en restant disposé de telle sorte que le centre de son ouverture soit toujours sur la verticale XX′, axe de symétrie de l'ampoule. Ceci étant, la recherche et la mise en bonne place du corps étranger dans le champ radioscopique s'effectue comme il suit :

L'écran E étant fixé au-dessus du corps du sujet, on ouvre tout grand le diaphragme et on le fixe à un niveau tel que les deux plages lumineuses qui apparaissent sur l'écran viennent presque coïncider. On recherche ensuite le corps étranger à la manière habituelle; lorsqu'on l'a découvert, on déplace le tube de façon à placer symétriquement les deux ombres par rapport à la ligne noire séparant les deux plages lumineuses; on peut enfin réduire l'ouverture du diaphragme pour augmenter la netteté des ombres.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Coloration vitale par le « carmin soluble » chez les Insectes.* Note [1] de M. **A.-Ch. Hollande**, présentée par M. Henneguy.

Lorsqu'on injecte sous les téguments d'un Insecte une solution aqueuse d'un carminate soluble dans l'eau (carminates de lithium, potassium, sodium ou ammonium), on constate que, au bout d'un temps donné (12 heures environ), diverses cellules de l'Insecte ont absorbé le carminate injecté et apparaissent colorées en rouge.

Le carminate se localise dans le protoplasme de la cellule; il s'observe à l'intérieur de vacuoles à contours plus ou moins définis ou dans des grains figurés préexistants.

La cellule chargée de carminate demeure très longtemps colorée. Après l'action des réactifs fixateurs non acides et montage de la préparation dans le baume de Canada, la couleur carmin persiste.

Toutes les cellules de l'Insecte n'ont pas la propriété, ainsi qu'on sait, d'absorber le carminate injecté; ce pouvoir n'appartient même qu'à deux sortes d'éléments : les cellules péricardiques et les leucocytes-phagocytes du sang. Les tubes de Malpighi n'éliminent pas les carminates. Après injection, les carminates ne traversent pas les cellules digestives.

J'ai recherché si l'absorption des carminates par les éléments cellulaires tenait à la nature chimique de la molécule proprement dite du carmin, ou si cette absorption était liée à l'état de la combinaison soluble sous laquelle se présentait le carmin servant à l'expérimentation.

Le carmin, insoluble dans l'eau, peut être rendu soluble soit en le combinant aux alcalis, soit en le traitant par les acides. Je désignerai les premiers composés du nom d'*alcalino-carmins* ou carminates et les seconds du nom d'*acido-carmins*.

Quelques acido-carmins ont été utilisés dans la technique histologique, comme le picro-carmin, mais je ne crois pas qu'on les ait employés en injection physiologique.

Les acido-carmins qui ont servi à mes injections physiologiques ont été préparés de la manière suivante :

Dans une capsule en porcelaine, on met 1^g d'un acide donné, puis on ajoute du carmin pulvérisé, de façon que ce dernier soit en quantité suffisante pour neutraliser l'acide; on délaye lentement le tout dans 100^{cm^3} d'eau distillée, on porte à l'ébullition 10 minutes, on filtre sur papier pour éliminer l'excès de carmin non combiné

(1) Séance du 2 novembre 1915.

à l'acide employé et l'on ramène au volume de 100^{cm^3}. La solution du colorant est alors prête à être utilisée en injection. Si l'on veut obtenir le composé soluble à l'état de poudre, il suffit d'évaporer la solution au bain-marie.

Ce procédé m'a fourni des combinaisons acides de carmin, très stables en solution aqueuse et neutres au papier de tournesol, telles que le sulfo-carmin et le chloro-carmin.

En général, les solutions d'acido-carmin sont nocives pour l'Insecte; elles ne conviennent donc pas toutes pour l'expérimentation. C'est ainsi que le picro-carmin et l'oxalo-carmin tuent l'Insecte rapidement et demandent, pour être utilisés en injection physiologique, à être dilués dans des proportions où il devient dès lors difficile de lire les résultats obtenus.

A la dose de 1 pour 100, en solution aqueuse, le sulfo-carmin est peu nocif; le chloro-carmin paraît être totalement inoffensif. Si, après avoir injecté à un Insecte du sulfo-carmin ou de préférence du chloro-carmin, on sacrifie l'animal, les résultats qu'on observe diffèrent notablement de ceux constatés après l'injection d'un carminate alcalin, du carminate d'ammoniaque par exemple.

Après l'emploi du chloro-carmin, les leucocytes-phagocytes et les cellules péricardiques ont leur protoplasme coloré en rouge franc comme s'il s'agissait d'une injection de carminate d'ammoniaque; mais, en plus, on remarque que les cellules des tubes de Malpighi, de même que le contenu de la lumière de ces tubes, sont très fortement colorées en rouge violacé.

Le sulfo-carmin en injection donne lieu aux mêmes observations; toutefois, les cellules péricardiques sont en général très peu colorées; souvent seuls, les leucocytes-phagocytes et les tubes de Malpighi sont, et surtout ces derniers, colorés en rouge.

En outre, en ingestion, le chloro-carmin se comporte encore différemment du carmin en poudre et des carminates alcalins. Le chloro-carmin traverse les cellules digestives de l'intestin antérieur et colore fortement en rouge le protoplasme de ces cellules. Dans la suite, les leucocytes-phagocytes et les cellules péricardiques absorbent à leur tour la couleur; en dernier lieu, les tubes de Malpighi se montrent colorés. Le temps nécessaire au passage du chloro-carmin du tube digestif aux tubes de Malpighi varie de 12 à 48 heures, suivant l'Insecte considéré.

On voit donc que, à l'inverse des carminates alcalins, les acido-carmins ne demeurent pas longtemps dans le protoplasme des cellules qui les absorbent; en quelques jours, ils sont totalement éliminés de l'organisme par les tubes de Malpighi.

En résumé, les combinaisons acides du carmin se comportent bien diffé-

remment des combinaisons alcalines, les premières pourront être absorbées par la plupart des cellules absorbantes : cellules digestives, leucocytes-phagocytes, cellules péricardiques et cellules rénales; les secondes ne seront absorbées que par les leucocytes-phagocytes et les cellules péricardiques. De plus, les acido-carmins ne font, pour ainsi dire, que traverser la cellule, tandis que les carminates y séjournent parfois de longs mois, fait qui s'explique aisément, ainsi que j'ai pu le constater, par la transformation du carminate alcalin en carmin pur, c'est-à-dire en carmin peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides et les bases même diluées.

Enfin, le carmin pouvant être regardé, dans ses combinaisons chimiques, comme jouant le rôle d'un acide vis-à-vis des bases, ou de base vis-à-vis des acides, l'emploi des acido-carmins et des carminates alcalins, en injection physiologique, montre qu'une cellule vivante peut absorber, soit les acido-composés seuls (cellules digestives et cellules malpighiennes), soit les alcalino- et les acido-composés (cellules péricardiques et leucocytes-phagocytes) d'une même substance colorante.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Le **Prince Bonaparte** fait hommage à l'Académie du premier fascicule d'un Ouvrage qu'il publie sous le titre de *Notes ptéridologiques*. Ce fascicule contient les résultats de l'étude de 948 groupes de Ptéridophytes appartenant aux collections de l'auteur ou qui lui ont été envoyés en communication à fin de détermination par des Établissements scientifiques de France ou de l'étranger. On y trouve 35 espèces et 24 variétés ou formes nouvelles.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1815-1915. *Centenaire de la* Société helvétique des Sciences naturelles. [Notices historiques et Documents publiés par la Commission historique instituée à l'occasion de la session annuelle de Genève (12 au 15 septembre 1915).]

MM. **Kling**, **D. Florentin**, **R. Schmutz** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces minima formant une famille de Lamé.* Note de M. T.-H. GRONWALL.

Écartons le cas évident où ces surfaces sont des plans, ainsi que le cas des cylindres imaginaires minima non représentables par la formule (1), dont une famille quelconque est toujours une famille de Lamé; toute autre famille de surfaces minima est comprise dans les formules suivantes, où ρ est le paramètre de la famille et $f(u, \rho)$, $g(v, \rho)$ des fonctions analytiques en u et v respectivement,

$$(1)\quad \begin{cases} x+iy=-u^2\dfrac{\partial^2 f}{\partial u^2}+2u\dfrac{\partial f}{\partial u}-2f+\dfrac{\partial^2 g}{\partial v^2}, \\ x-iy=\dfrac{\partial^2 f}{\partial u^2}-v^2\dfrac{\partial^2 g}{\partial v^2}+2v\dfrac{\partial g}{\partial v}-2g, \\ z=u\dfrac{\partial^2 f}{\partial u^2}-\dfrac{\partial f}{\partial u}+v\dfrac{\partial^2 g}{\partial v^2}-\dfrac{\partial g}{\partial v}. \end{cases}$$

Soit $H\,d\rho$ la distance des deux surfaces correspondant aux paramètres ρ et $\rho+d\rho$; nous tirons de (1)

$$(2)\quad H=\frac{\partial^2 f}{\partial u\,\partial\rho}+\frac{\partial^2 g}{\partial v\,\partial\rho}-\frac{2v}{1+uv}\frac{\partial f}{\partial\rho}-\frac{2u}{1+uv}\frac{\partial g}{\partial\rho}.$$

Pour que la famille (1) soit une famille de Lamé, il faut et il suffit (voir DARBOUX, *Systèmes orthogonaux*, 2[e] éd., p. 76) que H satisfasse à l'équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre dont 1, x, y, z et $x^2+y^2+z^2$ sont des solutions particulières; cette équation devient ici

$$(3)\quad \frac{\partial}{\partial u}\left[\frac{\dfrac{\partial\theta}{\partial u}}{(1+uv)^2\dfrac{\partial^3 f}{\partial u^3}}\right]=\frac{\partial}{\partial v}\left[\frac{\dfrac{\partial\theta}{\partial v}}{(1+uv)^2\dfrac{\partial^3 g}{\partial v^3}}\right].$$

J'ai réussi à intégrer complètement l'équation du quatrième ordre en f et g obtenue en substituant H pour θ; en dehors du cas bien connu des surfaces minima de révolution autour d'un axe commun, il n'y a qu'une seule

solution qui s'écrit, en choisissant convenablement les axes,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^3 f}{\partial u^3} = -\dfrac{6\,k(\rho)}{u^4}, \\ \dfrac{\partial^3 g}{\partial v^3} = -6\,k(\rho), \\ x+iy = -6\,k(\rho)\left(\dfrac{1}{u}+v\right), \\ x-iy = 2\,k(\rho)\left(\dfrac{1}{u^3}+v^3\right)-l(\rho), \\ z = 3\,k(\rho)\left(\dfrac{1}{u^2}-v^2\right), \end{cases}$$

$k(\rho)$ et $l(\rho)$ étant des fonctions arbitraires de ρ; toutes ces surfaces sont imaginaires et s'obtiennent, à partir de l'une quelconque d'entre elles, par une dilatation suivie d'une translation parallèlement à la droite $x+iy=0$, $z=0$, par laquelle passe toute surface de la famille. L'équation d'une surface de la famille s'écrit d'ailleurs

$$\frac{1}{432\,k(\rho)^2}(x+iy)^4+(x+iy)[x-iy+l(\rho)]+z^2=0;$$

la droite $x+iy=0$, $z=0$ est la seule droite sur la surface, et le seul point singulier est

$$x+iy=0, \qquad x-iy=-l(\rho), \qquad z=0.$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'application à la télégraphie sans fil à étincelles du procédé de charge des condensateurs au moyen de dynamos à force électromotrice constante en combinaison avec un éclateur tournant.* Note de M. **Léon Bouthillon**, transmise par M. A. Blondel.

Dans une précédente Note [1], nous avons étudié un système formé d'un circuit de charge comprenant une sonrce à force électromotrice constante E, une résistance R, une self-induction L, un condensateur C, et d'un circuit de décharge comportant un éclateur.

Nous avons montré que, quel que soit le type d'éclateur employé, si l'on suppose la durée de l'étincelle négligeable par rapport à celle de la charge, et le condensateur complètement déchargé à chaque étincelle :

---

[1] *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 800.

1° Les régimes de fonctionnement sont des régimes musicaux;

2° Ces régimes musicaux sont stables;

3° Le rendement est égal à $\frac{1}{2}\frac{V}{E}$, V étant la différence de potentiel d'éclatement; il est maximum et égal à $\frac{1}{2}\left(1+e^{-\frac{\delta}{2}}\right)$ pour $\omega\tau=\pi$

$$\left(\omega=\sqrt{\frac{1}{CL}-\frac{R^2}{4L^2}};\qquad \delta=\frac{R}{2L}\frac{2\pi}{\omega}\right).$$

On connaît la production de haute fréquence par l'arc électrique à éclateur fixe (Poulsen, Blondel, Gallotti, etc.); des postes à batterie d'accumulateurs avec éclateur tournant (Marconi), enfin les bons résultats obtenus il y a plusieurs années par M. Blondel, avec le concours du capitaine Brenot, dans l'emploi d'une machine à courant continu, avec self additionnelle et éclateur fixe (à diélectrique liquide).

Les considérations qui suivent rendent compte du fonctionnement de ces deux derniers systèmes, précisent les conditions à demander au matériel et expliquent pourquoi, ayant à établir un type de stations, nous avons choisi une combinaison distincte des deux précédentes, empruntant à l'une et à l'autre leurs meilleurs éléments, et réalisant finalement, à notre avis, un progrès sur chacune d'elles.

I. Choix du type d'éclateur. — *Dans le cas de l'éclateur tournant*, la période τ du régime musical, déterminée par l'éclateur, peut être quelconque. Si elle n'est pas supérieure à la valeur optima ($\omega\tau=\pi$), la différence de potentiel aux bornes du condensateur est toujours, pendant la charge, inférieure au double de la force électromotrice de charge. A des variations même notables de la vitesse de l'éclateur autour de la valeur optima correspondent des changements très faibles de la différence de potentiel d'éclatement et, par conséquent, un déréglage sans importance. L'effet de volant que produit l'éclateur amortit d'ailleurs les variations momentanées de vitesse.

Dans le cas de l'éclateur fixe, la période τ du son musical est toujours inférieure à la valeur optima ($\omega\tau=\pi$) et la différence de potentiel aux bornes du condensateur est, à tout moment de la charge, inférieure au double de la force électromotrice de la source. Des différences notables dans les durées de charge, et par conséquent des déréglages plus ou moins importants, accompagnent des variations même faibles de la différence de poten-

tiel d'éclatement, variations qu'il est d'ailleurs impossible d'éviter, l'état des électrodes et du milieu interposé changeant d'une étincelle à la suivante suivant une loi inconnue. Il est impossible, en pratique, d'obtenir le rendement maximum, car la moindre augmentation de la différence de potentiel nécessaire pour l'éclatement amènerait un désamorçage.

Il résulte de cette discussion que, au double point de vue du rendement et de la pureté du son musical, l'éclateur tournant est préférable à l'éclateur fixe.

II. Choix de la source a force électromotrice constante. — En raison de la haute tension nécessaire, l'emploi des batteries d'accumulateurs présente les inconvénients de l'installation, de l'entretien et de l'isolement d'un très grand nombre d'éléments en série. Il a de plus celui d'un mauvais rendement.

Les machines à courant continu haute tension (jusqu'à 25000 volts par unité) sont moins chères, d'un entretien facile et d'un meilleur rendement. Les conditions suivantes doivent être imposées au matériel :

1° Dans les conditions de fonctionnement optimum, la relation

$$\tau = \pi\sqrt{CL}$$

donne le maximum de la self-induction du circuit. On peut être amené à réduire la self de la machine, par exemple au moyen d'enroulements compensateurs;

2° Il y a lieu de tenir compte, dans la détermination de l'épaisseur des tôles d'induit, du fait que la machine est parcourue par du courant pulsatoire de période τ;

3° Il y a lieu, soit de prévoir les machines de telle sorte qu'elles puissent résister aux surtensions notables qui se produisent pendant la charge, soit d'insérer dans le circuit de charge des selfs capables d'absorber une portion suffisante de la tension (Blondel);

4° Il est prudent de protéger par des dispositifs amortisseurs le circuit de charge contre les ondes de haute fréquence produites dans les enroulements pendant la décharge des condensateurs.

Conclusion. — Les considérations qui précèdent nous ont amené à adopter un type, ce circuit de charge comprenant une machine à courant continu haute tension et, s'il y a lieu, des bobines de self et des dispositifs amortisseurs de haute fréquence, et un circuit de décharge contenant un éclateur tournant. Nous pensons réaliser ainsi une combinaison des avantages des systèmes précédemment cités, en évitant les inconvénients.

Caractéristiques du système. — Le fonctionnement optimum correspond

à une durée de charge égale à la demi-période de l'oscillation de charge. Le rendement de la charge est alors, en pratique, souvent supérieur à 0,9. Des variations même importantes de la fréquence d'étincelles autour de la valeur optima n'influent que très peu sur le rendement. La vitesse de la machine n'a aucune influence sur le fonctionnement. L'éclateur est complètement indépendant de la machine. L'émission est toujours parfaitement musicale. La mise en série de plusieurs machines est une opération très simple qui permet de faire varier à volonté la puissance de l'installation.

Les expériences ont porté sur des potentiels de charge variant entre 15000 volts et plus de 100000 volts, et des puissances qui ont dépassé 100 kilowatts. Des installations complètes ont été établies qui fonctionnent dans de bonnes conditions.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs d'équilibre et la loi des dissolutions saturées.* Note de M. ALBERT COLSON.

Disons d'abord que ces déterminations, comme celles des chaleurs de saturation, exigent que les températures et les taux des divers essais concordent rigoureusement et que, dès lors, une fois de plus, les données des Tables observées vers 15° sont insuffisantes, car, en retranchant de la valeur 434 déterminée à 17° un nombre de frigories 290 déterminé à 13° et qui varie de 75 dans l'intervalle de 4°, on commettrait manifestement une forte erreur (1).

Il est surprenant qu'on ne trouve aucune détermination de *chaleurs d'équilibre* parmi les travaux sur la théorie des solutions dont cependant « la somme et l'incoordination dépassent tout ce que l'imagination peut concevoir », dit M. Le Chatelier (*Musée Soc.*, 1914). Ces données règlent

(1) Toutes les données thermochimiques estimées « *vers* 15° » par Berthelot, le sont « *vers* 18° » par Thomsen, selon que les constituants initiaux se trouvaient *vers* 15° ou 18°, à 4° près. Ainsi, la Table de dilution de Thomsen (*Thermochem. Unters.*, t. 3, p. 184 et 198) groupe et compare des nombres déterminés *vers* 20° pour KI et *vers* 16° pour NaCl, etc., le premier sel étant de plus dilué dans 200^{vol}, l'autre dans 100^{vol} d'eau. De même certains nombres relatifs à la courbe de dilution de SO^4H^2 dans l'eau ont été déterminés entre 21° et 30°, d'autres entre 18° et 27° (*Ibid.*, t. 3, p. 44). Si les résultats diffèrent peu dans ce cas, il était alors utile d'établir les anomalies du sel marin, et le fait qu'une différence d'un demi-degré masque la stabilité du régime des dilutions de KCl (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 414 et 458).

en effet un des points capitaux de la théorie; car, dans les formules rationnelles qui lient la solubilité à la température, ce n'est point la chaleur de saturation qui intervient. Malgré son étroite relation avec l'état saturé à T°, tous les auteurs (Van't Hoff, Chesneau, Chwolson, etc.) lui préfèrent la chaleur moléculaire d'équilibre à T°. C'est la quantité de frigories ρ dégagée par une molécule solide en se dissolvant dans une solution extrêmement voisine de la saturation, qui figure dans la formule classique

$$i\frac{dC}{C} = 500\frac{dT}{T^2}\rho,$$

où le nombre i et la concentration C sont positifs.

Sans doute, d'après leur définition même, les chaleurs d'équilibre ne peuvent être déterminées avec une très grande précision; néanmoins, on peut en donner une valeur approximative suffisante par une voie indirecte.

En effet, à T°, la chaleur moléculaire d'équilibre est égale à la chaleur moléculaire de saturation diminuée de la chaleur d'addition λ, et celle-ci résulte de l'addition, à une quantité indéfinie de la solution saturée, du volume d'eau nécessaire pour dissoudre à saturation la molécule solide (1).

Je me suis donc attaché à déterminer les chaleurs moléculaires d'addition λ inconnues jusqu'ici, après avoir constaté que l'addition, à 500^{cm^3} d'une solution saturée à T°, de 20^{cm^3} ou de 40^{cm^3} d'eau à T°, produisaient à peu près le même effet thermique, et en calculant ensuite l'effet moléculaire. J'en ai déduit les chaleurs d'équilibre $L - \lambda$.

Voici quelques-uns de mes résultats. Ils donnent une idée de l'ordre de grandeur de ces chaleurs d'équilibre si souvent invoquées et si peu connues :

	Chaleur			
	d'addition λ.	de saturation L.	d'équilibre.	Température.
Sel marin	153 frig	448 frig	295 frig	21°,5
Azotate de potassium	1257	7145	5888	13,5
Chlorure de potassium	740	4082	3342	6,5
Chlorure d'ammonium	128	3576	3446	23

Ces nombres sont positifs et par conséquent les solubilités augmentent aux environs des températures correspondantes, conformément à la formule.

(1) Le Chatelier, *Équil. chim.*, p. 50.

Cas du sel marin. — Ayant déjà prouvé expérimentalement que la chaleur de dissolution vulgaire du sel marin s'annule vers 75°, j'avais cherché si la chaleur d'équilibre ne présentait pas la même particularité, et j'avais profité de l'été très chaud de l'année 1911 pour déterminer le point précis où la chaleur d'addition moléculaire s'annule. A la température de 27°, celle-ci n'était en effet que de 63 frigories. La température s'étant élevée à 31° et 33° dans mon grenier, j'avais observé, dans de nombreuses expériences à l'air ambiant, que l'addition de 20^{cm^3} d'eau à 400^{cm^3} de solution saturée provoquait un refroidissement à 30°, un échauffement faible vers 32° et un échauffement d'environ 0°,01 à 33°. L'effet thermique était donc nul à 31°,5.

Les chaleurs de saturation m'ayant semblé à peu près fixes à toutes les températures, ce n'était manifestement pas vers 75° que se trouvait mon but, et j'ai orienté mes recherches dans le sens opposé en profitant de l'hiver 1912-1913. Le résumé de mes résultats se représente par une ligne droite quand on porte les températures en abscisses et les refroidissements en ordonnées. Ces résultats semblent ainsi se contrôler les uns les autres. En voici quelques-uns au hasard :

T	31°,5	27°,6	21°,5	17°,4	13°,5	6°,85
λ	0	62,2 frig.	153 frig.	221,4 frig.	296 frig.	388 frig.

Ici je m'étais particulièrement assuré que la chaleur d'addition est, dans de certaines limites, indépendante de la dilution des liqueurs saturées. Ainsi à 7°, 25^{cm^3} d'eau ajoutés à 400^{cm^3} de la solution saturée abaissent T de 0°,115, tandis que 50^{cm^3} d'eau, dans les mêmes conditions, provoquent un abaissement de 22°,5. Si l'on double le volume d'eau, la teneur en sel est deux fois moindre, et l'addition de 20^{cm^3} d'eau donne un abaissement de 0,06 soit 0,12 pour la teneur à saturation.

Conclusion. — Les nombres ci-dessus représentent donc, avec assez d'exactitude, la dilution limite applicable au calcul des chaleurs d'équilibre. Ils donnent :

Chaleur d'équilibre à 21°,5	$\rho = 448 - 153$	soit	293 frigories
» » à 7°	$\rho = 473 - 388$	»	85 »
Par extrapolation à 0°	$\rho = 485 - 501$	»	16 *calories*

D'où l'on voit que la chaleur d'équilibre change de signe vers 0°. Ce changement, en vertu de la formule, exigerait une variation corrélative dans la

solubilité du sel marin. Au contraire, celle-ci augmente régulièrement et proportionnellement à la température depuis $-15°$ jusqu'à $+108°$. La formule classique est donc en contradiction avec les faits pour le plus commun des sels.

Un résultat aussi inattendu mérite un contrôle direct, je m'applique à le réaliser (¹).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de dissolution des liquides dans le caoutchouc.* Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. A. Haller.

Étant donnée l'analogie qui existe apparemment entre le gonflement de certaines matières colloïdales par les liquides et la dissolution des sels, je me suis proposé de comparer entre eux ces phénomènes, en particulier au point de vue de la vitesse de solution.

J'ai pris comme base expérimentale les valeurs trouvées par M. G. Flusin (Thèse de doctorat, Grenoble 1907) sur le gonflement d'un caoutchouc vulcanisé par différents liquides. Les nombres fournis par l'auteur sont exprimés en centimètres cubes de liquide absorbé par 100^g de caoutchouc en fonction du temps t. J'ai ramené ces nombres à la forme employée dans l'étude des dissolutions, c'est-à-dire au poids p de liquide absorbé dans l'unité de poids de dissolution (de gelée).

Si l'on exprime les temps t en minutes, on trouve que les résultats de M. G. Flusin peuvent se représenter correctement par la formule

$$p = \frac{t\,p_s}{A + t}, \tag{1}$$

dans laquelle le coefficient A dépend des conditions de l'expérience et, en particulier, de l'épaisseur de la feuille de caoutchouc employée et où p_s est la valeur de p pour la saturation.

A titre d'exemple, le Tableau ci-après donne les nombres trouvés et ceux calculés pour la dissolution du sulfure de carbone dans le caoutchouc.

(¹) Travail poursuivi grâce à une subvention sur le Fonds Bonaparte.

t en minutes.	Volume en cm³.	p trouvé.	p calculé.	$p_{calc.}-p_{trouvé}$.
1	64,9	0,456	0,436	— 0,020
5	233	0,751	0,751	0,000
15	445	0,852	0,853	— 0,001
30	602	0,885	0,883	— 0,002
60	724	0,904	0,900	— 0,004
180	778	0,910	0,910	0,000
1440	811	0,913	0,915	— 0,002

Les nombres $p_{calc.}$ sont obtenus par application de la formule

$$p = \frac{0,916\,t}{1,1+t}.$$

On voit qu'ils représentent assez exactement les résultats de l'expérience. La plus grosse erreur porte sur l'absorption après 1 minute, où la formule donne un nombre trop faible; pour les liquides autres que le sulfure de carbone, les plus gros écarts entre la formule et l'expérience ont toujours lieu pour $t=1$ minute, mais ils sont tantôt positifs, tantôt négatifs. Les expériences doivent, en effet, pour les temps très courts, être susceptibles d'erreurs provenant de corps étrangers contenus dans le caoutchouc (soufre, résines, etc.) qui sont solubles différemment dans les liquides employés (¹).

Voici les valeurs de A et de p_s calculées pour les autres liquides expérimentés par M. Flusin :

Liquides.	A.	p_s.
Chloroforme	1,7	0,940
Toluène	3,6	0,870
Éther	4,13	0,718
Benzène	4,1	0,840
Xylène	4,5	0,849
Essence de pétrole	6,36	0,763
Chlorure de benzyle	19,0	0,841
Essence de térébenthine	31,2	0,848
Nitrobenzine	44,6	0,639
Acétate d'éthyle	93,7	0,244
Acétone	226	0,123
Acide acétique	431	0,149
Alcool amylique	1002	0,107
» éthylique	508,7	0,0267
» méthylique	1856	0,0366
Eau	3830	0,0180

(¹) M. Flusin a déterminé la perte de poids de la feuille de caoutchouc après chaque série d'expériences.

De la formule (1), qui donne t en fonction de p, on peut aisément déduire la vitesse de dissolution $v = \frac{dp}{dt}$; on trouve ainsi

$$v = B(p_s - p)^2.$$

Il est intéressant de comparer cette formule applicable aux matières colloïdales, à la loi empirique

$$v = a(p_s - p)$$

trouvée par MM. Noyes et Witney (*Amer. Chem. Soc.*, t. 19, 1897, p. 939) dans le cas de la solubilité dans l'eau de l'acide benzoïque et du chlorure de plomb, et vérifiée plus tard par MM. Brunner et Taloczko pour les acides phénylacétique et phénylpropionique, l'acétanilide, le gypse (*Zeit. Phys. Chem.*, t. 35, 1900, p. 283) et pour le chlorure de sodium (*Acad. de Cracovie*, 1904).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des liqueurs cuivriques sur le saccharose. Dosage du sucre inverti accompagné de saccharose.* Note [1] de M. **Émile Saillard**, présentée par M. L. Maquenne.

Les produits intéressant la sucrerie de betterave ne contiennent que peu ou point de sucres réducteurs, généralement moins de 1 pour 100.

Les sucres réducteurs, non accompagnés de saccharose, peuvent être dosés par la méthode des liqueurs cuivriques. On fait généralement la réduction à la température d'ébullition et l'on donne, le plus souvent, la préférence aux liqueurs cuivriques les plus alcalines (celle de Violette, par exemple), qui permettent une réduction plus nette et plus rapide.

Quand les sucres réducteurs sont accompagnés de saccharose (c'est le cas dans l'industrie sucrière), cette manière d'opérer donne des résultats trop élevés. Pendant la réduction, en effet, le saccharose est attaqué et, sous conditions égales, cette attaque est plus marquée avec les liqueurs cuivriques qui contiennent le plus d'alcali.

La présente Note montre que, pour des conditions déterminées de réduction (température, liqueur cuivrique, etc.), l'attaque du saccharose n'est pas constante. Pour une même teneur en saccharose, elle varie suivant la proportion de sucre inverti.

Nous avons fait deux séries d'essais en partant de solutions pures de

[1] Séance du 8 novembre 1915.

saccharose et de sucre inverti, qu'on mélangeait suivant des proportions variables et connues.

Deux liqueurs cuivriques ont été employées. Le chauffage pour la réduction était fait dans un bain-marie pourvu d'un double fond et contenant de l'eau maintenue à l'ébullition ou seulement à 62°-64°. La réduction a été faite dans des fioles coniques de 150^{cm^3} à 160^{cm^3}, le niveau de l'eau du bain dépassant celui du contenu des fioles. Le temps nécessaire pour la disparition complète des sucres réducteurs a été fixé par des essais préalables.

L'oxydule précipité était séparé par filtration dans un tube d'Allihn à tampon d'amiante, et dosé suivant le procédé G. Bertrand.

Si l'on a agité la fiole pendant la réduction, le précipité d'oxydule se dépose plus facilement et l'on en entraîne moins sur le filtre.

Première série d'essais (liqueurs Bertrand). — *Liquide mis dans la fiole :* 20^{cm^3} de solution bleue; 20^{cm^3} de solution alcaline et 20^{cm^3} de solution sucrée. La fiole est laissée 10 minutes, en tout, dans le bain-marie à l'ébullition; la filtration est faite sans refroidissement préalable. Voici les résultats obtenus :

TABLE A.

Sucre inverti dans les 20^{cm^3} de solution sucrée.	Saccharose dans les 20^{cm^3} de solution sucrée (en grammes).						
	0.	0,325.	0,650.	0,975.	1,30.	1,95.	3,25.
	Cuivre.						
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
10.......	20,5	29,5	38,5	45,0	51,0	58,5	70,5
30.......	59,1	66,0	73,0	79,0	84,5	91,5	103,0
50.......	94,5	100,5	106,5	112,0	116,5	122,0	132,5
70.......	128,2	133,8	139,0	143,5	147,3	152,7	161,2
90.......	160,5	163,2	166,2	170,0	173,6	178,5	185,5

Deuxième série d'essais. — *Solution bleue :* 69g,26 de sulfate de cuivre par litre.

Solution alcaline : 346g de sel de Seignette et 130g de soude en plaques pour 1l.

Liquide mis dans la fiole : 10^{cm^3} de solution bleue; 10^{cm^3} de solution alcaline; 50^{cm^3} de solution sucrée. La fiole est laissée 22 minutes dans le bain-marie à 62°-64°; la filtration a été faite sans refroidissement préalable. Voici les résultats obtenus :

TABLE B.

Sucre inverti dans les 50^{cm^3} de solution sucrée.	Saccharose dans les 50^{cm^3} de solution sucrée (en grammes).						
	0.	0,815.	1,63.	2,44.	4,07.	6,52.	8,15.
	Cuivre.						
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
8........	14	15,2	16,1	16,8	18,1	19,4	20,1
16........	28	29,6	30,4	31,2	32,5	34,2	35,2
24........	42	44	44,8	45,6	46,9	49,0	50,4
40........	70	72,8	73,6	74,4	75,9	78,8	80,8
56........	98	101,6	102,4	103,2	105	108,7	111,2
64........	112	115,9	116,8	117,6	119,7	123,7	126,5
72........	126	130,3	131,1	132,0	134,4	138,8	141,8

Les deux séries d'essais diffèrent sur plusieurs points : liqueur cuivrique, température de réduction, degré de dilution du liquide chauffé. On sait, d'autre part, que l'attaque du saccharose (pour 100) par la chaleur aidée des alcalis est influencée par le degré de concentration de la solution sucrée.

Conclusion des deux Tables. — D'après la Table A (colonnes verticales) l'augmentation de la quantité de sucre inverti diminue l'attaque du saccharose. Celle-ci est maximum quand il n'y a pas de sucre inverti; elle est minimum quand la quantité d'inverti correspond à peu près à la quantité de liqueur cuivrique employée; en d'autres termes, le sucre inverti semble protéger le saccharose. N'y a-t-il pas là une action catalytique ?

La Table B fait ressortir des conclusions contraires.

Elle nous a servi à établir une méthode de dosage des sucres réducteurs dans les produits de sucrerie de betterave.

Betteraves, sirops, sucres, mélasses. — Partir de la solution normale saccharimétrique filtrée, déféquée avec de l'acétate neutre de plomb ; polariser ; précipiter l'excédent éventuel de plomb par un peu de carbonate de soude sec sans excès; filtrer et faire la réduction sur 50^{cm^3} du filtrat suivant les essais (2e série); appliquer la Table B.

Quand il s'agit de betteraves, opérer avec de la pulpe très fine et déféquer le jus de digestion aqueuse à froid (1) avec de l'acétate neutre de plomb ou de l'acide sulfureux et du carbonate de chaux sec en poudre (2).

Veut-on savoir si un sucre contient des réducteurs? Sur le filtrat bleu de première réduction, on fait un deuxième chauffage de 22 minutes. Si ce deuxième chauffage précipite moins de cuivre que le premier, le sucre contient des réducteurs.

Les essais qu'a nécessités le présent travail ont été faits avec la collaboration de MM. Wehrung et Ruby.

---

(1) M. Urban conseille la digestion aqueuse à froid pour doser les sucres réducteurs de la betterave (Congrès international de Chimie ; Londres, 1909).

(2) Saillard, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 360.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de mylonites à la base du Cambrien au sud de Rennes.* Note de M. **F. Kerforne**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une excursion récente, M. le général Jourdy et M. le colonel Termier ont attiré mon attention sur la généralité et l'importance de la schistosité verticale des schistes rouges cambriens du sud de Rennes, contrastant avec leur stratification subhorizontale ou peu inclinée. Cette fissilité verticale, de direction presque constante, était pour eux l'indice d'une action dynamique probable dont l'étude serait intéressante.

Partant de cette idée, j'ai repris l'étude du contact algonquien-cambrien et en particulier de deux localités où le contact précis est bien visible : Bois-Esnault (sud de Pontpéan), sur le bord nord du grand synclinal de Bourg-des-Comptes, et le rocher d'Usel (près la station de Pléchâtel), sur le bord sud du même synclinal.

Le contact de Bois-Esnault se présente aujourd'hui dans des conditions un peu différentes de ce qu'il était lorsque je l'ai signalé (1), par suite d'une avancée du front de taille d'une dizaine de mètres vers l'Est. Au-dessus des schistes algonquiens, dont les têtes de bancs sont fortement infléchies vers le Nord, on voit une zone de roche écrasée, véritable *mylonite* schisteuse, contenant des fragments gréseux à angles plus ou moins arrondis (faux galets). Elle varie de puissance de 1^{m} à quelques centimètres et sa base forme une surface subhorizontale à légère inclinaison sud, discordante sur les schistes algonquiens. Puis viennent en concordance les schistes cambriens. A 500^{m} à l'Ouest, j'ai constaté la présence de roches écrasées, mais sans voir le contact précis.

Au rocher d'Usel, au-dessus des couches algonquiennes subverticales, on voit aussi des roches mylonitiques schisteuses, à structure glandulaire avec noyaux quartzeux, très semblables à celles de Bois-Esnault et pendant au Nord d'environ 45°. Ici, de plus, comme le marque la Carte géologique, le Cambrien est extrêmement réduit en puissance.

Ces deux contacts anormaux, avec mylonites, situés l'un sur le bord nord, l'autre sur le bord sud du synclinal, montrent que le Cambrien et les couches siluriennes qu'il supporte ne sont pas en place et qu'il y a eu des actions de *charriage* indiscutables. Ils ne suffisent pas à en faire apprécier

(1) F. Kerforne, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, t. 1, 1901, p. 258.

la généralité et l'ampleur; mais d'autres caractères, tels que la grande variabilité de puissance du Cambrien, l'absence en de nombreux points des poudingues pourprés de la base, l'absence complète de l'étage à l'est et au sud de Bain, la diminution rapide du pendage en profondeur (¹) des terrains siluriens de toute la région, les font prévoir.

Ces mouvements de transport qui, d'après le déversement des schistes algonquiens de Bois-Esnault, se seraient produits du Sud au Nord, expliquent la schistosité verticale, dirigée sensiblement Est-Ouest, des schistes cambriens.

J'adresse mes plus vifs remercîments à M. le colonel Termier qui a bien voulu vérifier mes observations sur le terrain et m'aider de ses conseils autorisés.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations au sujet de la tectonique de la partie nord-est de la Basse Provence.* Note de M. **J. Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

Ces observations, faites pendant les mois de juillet et d'août derniers, avaient pour but de déterminer l'importance des accidents nombreux qui caractérisent cette région et qui ont occasionné de nombreux contacts anormaux des séries jurassiques et crétacées. Je me suis attaché en particulier à vérifier les superpositions anormales indiquées par M. Zurcher sur la feuille de Draguignan (²) et à rechercher la limite des accidents tectoniques, failles, recouvrements, etc. Ce travail m'a amené à trouver un certain nombre de faits nouveaux et à en préciser d'autres déjà indiqués par le tracé de la Carte géologique (³).

D'abord, au nord de Lorgues, la bande de Crétacé supérieur est manifestement en superposition transgressive sur le Jurassique, comme l'indique le liseré presque continu de bauxite qu'on trouve dans les contacts ou à leur voisinage. De même dans la dépression de Bernes, au nord de Lorgues, le Crétacé supérieur n'est recouvert qu'en quelques points à l'Ouest par le Jurassique et, dans cette direction, le chevauchement est moindre qu'on ne peut le penser en regardant la carte, car il n'y a pas continuité, comme

(¹) Constatée, dès la profondeur de 50^m, dans divers travaux de mines.

(²) Carte géologique détaillée de la France au $\frac{1}{80000}$, feuille de Draguignan.

(³) Une Note plus détaillée paraîtra dans un autre Recueil.

elle l'indique, avec le Crétacé situé à l'Ouest. L'interruption est de plusieurs centaines de mètres et le Jurassique de la cote 332 est en continuité avec celui de la butte voisine à l'Ouest. Dans les environs des Raviers, les contacts sont également normaux, à l'exception de petits accidents locaux. Plus loin également, à la cote 390, sur la route de Draguignan, la série jurassique est aussi régulièrement concordante qu'au nord de Lorgues, où cette série fait suite sans grands accidents au Trias supérieur. La faille courbe de la butte Saint-Ferréol est un accident local comme l'indique la carte; qu'on la suive à l'Est ou à l'Ouest, on la voit disparaître et la série redevenir régulière depuis le Trias jusqu'au Jurassique supérieur.

Jusque vers *la Ferme* les contacts sont normaux, jalonnés par de la bauxite. Plus au Nord, entre ce point et Salernes, la superposition du Jurassique au Crétacé devient manifeste. C'est le pli couché de Salernes dont le flanc normal s'étend en nappe à une distance de plus de 3^{km} et dont la racine se montre avec évidence dans la coupe du défilé de la Bouissière, analysée déjà par Marcel Bertrand.

Dans la région d'Arupus, la délimitation des contacts anormaux présente un intérêt particulier. Dans la dépression elle-même, la superposition du Crétacé au Jurassique est partout manifeste, sauf sur une faible étendue, au Sud, où il y a chevauchement. A la traversée de la rivière en particulier, on voit, à la faveur de l'érosion, les couches jurassiques pénétrer profondément sous le Tertiaire. Au lambeau des Barrières et dans la bande qui monte au Nord vers Notre-Dame-du-Plan, la superposition n'est pas moins nette ainsi que sur tout le bord de la dépression du Plan, vers les Claux, le Taradeau et les Marcoux, malgré les éboulis qui forment une bande de plus de 300^m de largeur sur les pentes du Jurassique. Quant au bord occidental du lambeau tertiaire, il est masqué par un chevauchement assez limité du Jurassique, puisque l'accident cesse aux environs de Marcoux vers le Nord-Ouest et vers la dépression d'Arupus vers le Sud-Est. D'ailleurs une nouvelle confirmation de la superposition normale nous est offerte par les lambeaux de Vérignon et de la Darre qui ne sont que la continuation de la même bande tertiaire à peine interrompue et qui se relie à celle de Bauduen. Ici, sur toute la partie occidentale, le contact avec le Jurassique est manifestement normal. La limite occidentale seule est une faille de chevauchement qui s'étend de Saint-André au voisinage de la vallée de Verdon.

Dans la région d'Aups, il n'y a pas non plus de grande ligne de contact anormal, mais une faille très oblique, vraisemblablement d'âge alpin, dont

les dernières traces ne s'observent pas au delà de Moissac d'une part, des Infirmières de l'autre, conformément au tracé de la feuille de Draguignan.

L'ensemble de ces faits et ceux que j'avais précédemment mis en lumière (¹) ne paraissent pas pouvoir s'accorder avec l'hypothèse récemment émise (²) d'une seule grande nappe dans cette région.

BOTANIQUE. — *Sur le pouvoir fermentaire des Bactéries marines.* Note (³) de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le chimisme des Bactéries de l'eau de mer est, pour ainsi dire, encore inconnu et de longues études seront encore nécessaires pour l'élucider complètement.

Pour donner un aperçu de cette question, et pour limiter mes recherches, j'ai cherché à savoir comment quelques-unes de ces Bactéries se comportent, au point de vue fermentaire, à l'égard de douze substances prises comme types : trois monosaccharides (glucose, lévulose, galactose); trois disaccharides (saccharose, maltose, lactose); quatre polysaccharides (amidon, glycogène, dextrine, inuline); deux alcols (glycérine, mannite). Dans ce but, les Bactéries, isolées et conservées en cultures pures, étaient ensemencées sur de la gélose, additionnée, dans douze tubes séparés, des substances énumérées ci-dessus, et, après stérilisation, de teinture de tournesol bleue, également stérile. Au bout d'une vingtaine de jours, cette dernière rougissait là où il y avait eu production d'un acide, indice d'un processus fermentaire.

Voici les résultats obtenus avec 43 espèces (⁴) de Bactéries et résumés dans deux Tableaux où le signe + indique qu'il y a eu fermentation et le signe o que celle-ci n'a pas eu lieu :

(¹) J. Repelin, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 285.

(²) Léon Bertrand, *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 128; Léon Bertrand et Haug, *Comptes rendus* t. 154, 1912, p. 147.

(³) Séance du 8 novembre 1915.

(⁴) Ces espèces sont nouvelles et seront décrites prochainement dans une autre publication.

Bactéries liquéfiant la gélatine.

	Glucose.	Lévulose.	Galactose.	Saccharose.	Maltose.	Lactose.	Amidon.	Glycogène.	Dextrine.	Inuline.	Glycérine.	Mannite.
Bacillus Bonnieri	+	+	+	o	+	o	o	+	+	o	+	+
» *Fernandæ*	+	o		+	+	+	+	+	+	o	o	+
» *arbusculus*	+	+	+	o	+	o	o	+	+	o	+	+
» *Georgii*	+	o	+	o	o	o	+	+	+	o	+	+
» *latus*	+	o	+	o	+	o	+	+	o	o	o	+
» *tenellus*	+	+	+	o	o	o	o	+	o	o	+	+
» *atramentosus*	+	+	+	o	+	o	o	o	+	o	o	+
» *brevis*	+	o	+	+	+	o	o	o	+	o	o	o
» *fulvus*	+	o	+	o	+	o	+	o	o	o	o	+
» *piger*	+	o	+	+	o	o	+	o	o	o	o	+
» *ruler-brunneus*	+	o	+	+	o	o	+	o	o	+	o	o
» *Carantoni*	+	o	+	+	o	o	o	o	o	+	o	+
» *Clavaldi*	+	+	o	o	+	o	o	o	+	o	+	o
» *lactescens*	+	+	o	o	+	o	+	o	o	o	o	o
» *filamentosus*	+	o	o	+	+	o	o	o	o	o	o	o
» *sordidus*	+	+	o	o	o	o	+	o	o	o	o	+
» *testaceus*	o	+	o	+	+	o	o	o	o	o	o	+
» *melleus*	+	+	+	o	o	o	o	o	+	o	o	o
» *candicans*	o	o	o	+	+	o	o	o	o	+	o	o
» *monosaccharidophilus*	+	+	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o
» *stellatus*	o	o	o	o	+	o	+	o	+	+	o	o
» *inodorus*	o	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o	o
» *glycogenophilus*	+	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
» *pelliculus*	+	o	o	+	o	o	o	o	o	o	o	o
» *cognatus*	o	o	o	+	+	o	o	o	o	o	o	o
» *rosaceus-niger*	o	o	o	+	+	o	o	o	o	o	o	o
» *atratus*	o	o	o	o	+	o	o	o	o	o	o	o
» *inolens*	o	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
» *inactivus*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
» *inertus*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Micrococcus aureolatus	+	+	o	+	+	o	+	o	+	o	o	o
» *metachromaticus*	+	+	o	o	+	o	o	o	o	+	o	o

Bactéries ne liquéfiant pas la gélatine.

Espèces.		Glucose.	Lévulose.	Galactose.	Saccharose.	Maltose.	Lactose.	Amidon.	Glycogène.	Dextrine.	Inuline.	Glycérine.	Mannite.
Bacillus	*olorinus*	+	o	+	+	o	o	o	+	o	o	+	+
	avenaceus	+	+	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o
	obsoletus	+	+	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	glaucus	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+	o
	dealbatus	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+
	macilentus	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Micrococcus	*activissimus*	+	+	+	+	+	o	+	+	o	o	+	+
	spumæformis	+	+	+	+	o	+	o	o	o	o	+	+
	minusculus	+	+	+	o	+	o	o	+	o	o	+	+
	trepidans	o	o	+	o	o	o	o	+	o	o	+	+

On sait qu'au point de vue chimique considéré ici, les Bactéries marines sont très actives, puisque, sur les 43 espèces, 4 seulement se sont montrées inertes. Leur pouvoir fermentant est, d'ailleurs, très variable avec les espèces, en qualité et en quantité. Dans celles sur lesquelles j'ai expérimenté, il a été constaté :

9	fois dans	1	espèce
8	»	3	espèces
7	»	3	»
6	»	5	»
5	»	6	»
4	»	8	»
3	»	5	»
2	»	5	»
1	»	3	»

Quant aux substances chimiques mises en expérience, on peut voir, d'après les Tableaux donnés ci-dessus, que la fermentation a été constatée avec le :

	Nombre de fois.
Glucose	28
Maltose	21
Lévulose	20
Galactose	20
Mannite	18
Saccharose	16
Amidon	11
Glycérine	11
Glycogène	10
Dextrine	10
Inuline	6
Lactose	2

J'appelle, à ce propos, l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à soumettre, systématiquement, toutes les Bactéries à l'épreuve de cette « éprouvette fermentaire », car elle pourrait intervenir puissamment dans la diagnose, toujours si difficile et si aléatoire, des espèces, les combinaisons qu'elle offre étant considérables et permettant leur classification presque mathématiquement.

Remarquons, en terminant, que la plupart des Bactéries dont il est question dans cette Note ont été isolées de l'eau de mer d'huîtres portugaises ou d'huîtres vertes. On peut, à cet égard, se demander si le pouvoir « digestif », qu'on attribue, peut-être à tort, d'ailleurs à ces Mollusques comestibles, n'est pas dû, accessoirement ou principalement, à la présence des Bactéries qu'on ingère en même temps qu'eux et qui se trouvent dans l'eau qui les baigne.

MÉDECINE. — *Traitement de la mutité consécutive à des blessures de guerre.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Delage.

Dans deux Notes précédentes (9 août et 13 septembre 1915), j'ai étudié les lésions et le traitement des surdités consécutives à des blessures de guerre. Sur 50 cas, j'avais obtenu 68 pour 100 de succès. Actuellement, sur 116 cas, le pourcentage des réussites est de 70 pour 100.

Je vais examiner aujourd'hui un symptôme : *la mutité* qui accompagne, dans 12 pour 100 des cas, ces sortes d'hypoacousies. J'en étudierai successivement *la gravité*, *les complications* et *le traitement*.

1° *Gravité.* — A la suite d'une commotion cérébrale sans lésion apparente produite par l'explosion d'un obus de gros calibre, il arrive que le sujet, après une perte de connaissance qui varie de quelques minutes à plusieurs jours, ne retrouve pas l'usage de la parole.

Dans 64 pour 100 des cas, cette mutité disparaît spontanément au bout de quelques semaines.

D'autres fois, malheureusement, il n'en est pas ainsi, et après plusieurs mois la surdi-mutité persiste complètement *malgré tous les traitements employés*.

2° *Complications.* — Cette surdi-mutité est souvent accompagnée de vertiges et de bourdonnements très pénibles. Toujours les malades se plaignent de maux de têtes frontaux excessivement violents. L'insomnie

est la règle : ils restent souvent 2 et 3 mois sans dormir plus d'une ou deux heures par nuit.

Enfin, on constate une perte de la mémoire plus ou moins grande : non seulement ils ont oublié tout ce qui s'est passé depuis la bataille, mais encore ils sont incapables d'écrire une lettre, parce qu'une phrase n'est pas finie qu'ils en ont oublié le commencement. Je citerai plus loin un cas d'amnésie encore plus prononcée.

Leur nerf auditif est tellement sensible qu'ils ne peuvent supporter les sons les plus faibles produits sous une pression de $\frac{1}{4}$ de millimètre d'eau : ces vibrations sont à peine perceptibles par une oreille normale.

3° *Traitement.* — Depuis 5 mois, j'ai eu dans mon service cinq cas de surdi-mutité complète : l'un d'eux n'a pas été soigné complètement à cause de troubles cérébraux.

Le deuxième a commencé à parler et à entendre après 15 jours de traitement à la sirène.

Les trois derniers étaient atteints depuis 4 et 5 mois de surdi-mutité : la surdité était absolue pour toutes les vibrations, et ils ne pouvaient non seulement articuler un son, mais même pousser le moindre cri. On communiquait avec eux par l'écriture.

Au bout de 5 semaines, le traitement à la sirène n'avait produit aucune amélioration.

Comme ils respiraient très mal, je pensai à leur faire exécuter les exercices respiratoires que j'ai décrits dans les *Comptes rendus* de novembre 1907.

Au bout de 15 jours, ils savaient faire sortir l'air de leurs poumons; mais, malgré tous les procédés employés, ils ne parlaient pas : ils essayaient, mais cela leur était impossible.

Pour faire fonctionner leurs muscles vocaux, je leur fis faire alors du massage sur le larynx et les régions latérales du cou avec un de ces vibrateurs mécaniques que l'on trouve dans le commerce et qui sont mus soit à la main, soit électriquement. On agissait ainsi sur les muscles intrinsèques et extrinsèques du larynx. Au bout de 4 jours, ils commençaient à articuler en voix chuchotée des mots simples tels que papa, maman, bonjour. Après 8 jours de ce seul traitement, ils répétaient des phrases qu'on leur faisait lire sur un papier. Au bout de 3 semaines, il y en avait deux qui parlaient normalement.

Le troisième a fait des progrès moins rapides parce qu'il était atteint

d'une perte complète de la mémoire : quand il devait prononcer un mot de trois syllabes, il s'arrêtait après la deuxième parce qu'il avait oublié la troisième. Quand il faisait des exercices respiratoires, il s'arrêtait les bras en l'air, à la fin de l'inspiration, ne se rappelant plus qu'il devait les abaisser pour l'expiration.

Actuellement, cette amnésie commence à diminuer. Il chuchote quelques mots et chaque semaine il fait des progrès.

Conclusions. — A ma connaissance, on ne s'est pas encore servi de cette méthode de traitement dans les cas de mutité consécutive à des blessures de guerre.

J'en parle aujourd'hui parce que je pense que ce procédé très simple peut être employé facilement dans les hôpitaux militaires et pourra rendre de grands services à des malheureux à qui la joie de parler fera presque oublier le chagrin de ne plus entendre.

TECHNOLOGIE. — *Sur l'imperméabilisation des draps et tissus militaires.* Note de M. **G.-A. Le Roy**, présentée par M. Ch. Moureu.

Comme suite à mes deux précédentes Notes [1], j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques considérations théoriques sur l'imprégnation des fibres textiles ou tissus par les sels ou savons d'alumine, et l'exposé d'un nouveau procédé d'imperméabilisation que m'ont inspiré ces considérations théoriques. Ce procédé est applicable aux draps militaires en cours de fabrication; il est aussi utilisable pour imperméabiliser économiquement les vêtements de guerre déjà confectionnés ou usagés.

On sait que les procédés classiques d'imperméabilisation au moyen des savons d'alumine (stéarates, palmitates), qui présentent l'avantage d'être peu coûteux et de fournir de bons résultats, sont basés sur l'emploi de deux bains successifs, le premier bain étant constitué par une dissolution aqueuse d'alun ou de sulfate, d'acétate, etc. d'alumine, et le second bain par une solution aqueuse de savon vulgaire de soude ou potasse. Ces deux bains, précipitant l'un par l'autre du savon d'alumine insoluble, doivent *ipso facto* être employés isolément.

La préparation classique en industrie, ainsi effectuée, ne réalise pas une pénétration ou imprégnation suffisante de la fibre par le savon alumineux, attendu que les produits

---

(1) *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 633, et t. 160, 1915, p. 803.

alumineux (alun, etc.) du premier bain, étant de nature astringente, ont, malgré leurs propriétés bien connues de *mordançage*, tendances à resserrer les pores des fibres et à entraver la pénétration intime des produits imperméabilisateurs. En plus et à un autre point de vue, le bain de savon, quand bien même il serait employé en premier dans les phases d'immersion, n'étant pas en mélange intime préalable avec le sel alumineux, ne peut produire un précipité suffisamment intime sur la fibre, et il y a plutôt action de superposition.

D'après ces considérations théoriques, j'ai cherché à constituer un bain imperméabilisateur qui, excluant les propriétés astringentes de l'alun et ne précipitant pas par le savon, permît de réaliser dans le même bain le mélange intime et simultané du sel d'alumine et du savon, la réaction de mutuelle précipitation étant différée pour n'être réalisée qu'après l'imprégnation simultanée du sel d'alumine et du savon, au moyen d'un bain d'eau acidulée, *déclenchant* la précipitation du savon alumineux sur la fibre.

J'ai obtenu ce résultat au moyen des aluminates alcalins et pratiquement de l'aluminate de soude. Le bain imperméabilisateur est donc constitué par une solution aqueuse d'aluminate de soude, plus ou moins concentrée selon les cas (nature du tissu, force imperméable, etc.) additionnée de savon de soude. On obtient ainsi une solution sapo-alumineuse soluble, qui peut être en plus additionnée d'adjuvants tels que caséines, gélatines, corps résineux. Le drap ou tissu est immergé, foulé et imprégné dans cette dissolution, puis, après essorage, il est séché.

L'imprégnation de la fibre textile par la solution *sapo-alumineuse*, c'est-à-dire d'aluminate et de savon sodiques, peut surtout avec la laine être observée au microscope muni du micromètre oculaire, en opérant de préférence avec des grossissements moyens. Dans ces conditions, on voit les écailles, qui sont imbriquées sur la fibre laineuse, s'entr'ouvrir sous l'action du liquide sapo-alumineux, puis ultérieurement se rétracter sous l'action de la solution acidulée du bain fixateur.

Le drap ou tissu est finalement immergé et foulé dans un bain constitué par de l'eau faiblement acidifiée avec de l'acide formique ou acétique, ou un sel à réaction acide, l'acétate d'alumine par exemple. On détermine ainsi la décomposition du produit sapo-alumineux fixé sur la fibre et la précipitation d'un savon d'alumine insoluble intimement mélangé avec le sel d'alumine (acétate, etc.), de soude et les corps gras libérés. Le mélange de ces substances constitue un composé hydrofuge très adhérent et stable, qui rend le tissu imperméable à l'eau, tout en le laissant suffisamment perméable à l'air et à la transpiration.

La concentration des bains et la charge varient, selon les cas, comme il est observé plus haut. Pour fixer les idées, je puis à titre d'exemple indiquer qu'un drap en laine, du type normal militaire actuel, dit *bleu horizon*, est suffisamment imperméabilisé par une charge de 20^g de précipité alumineux par mètre de drap. Comme ce type de drap revient en moyenne à environ 10^{fr} le mètre, on voit que le coût de l'imperméabilisation sera infime par rapport au prix total de revient.

ZOOLOGIE. — *Description d'une nouvelle espèce d'*Astrophiura. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le genre *Astrophiura*, dont quelques auteurs ont voulu faire une forme intermédiaire entre les Astéries et les Ophiures, n'était connu jusqu'à maintenant que par deux espèces représentées chacune par un exemplaire unique : l'*A. permira*, décrite par Sladen en 1879, trouvée à Madagascar dans une station littorale, et l'*A. Kawamurai*, décrite par Matsumoto en 1913, draguée au Japon à une profondeur de 500^m.

Une troisième espèce a été rencontrée par l'Expédition allemande de la *Valdivia*, par 34°33′ lat. Sud, et 18°21′ long. Est (Cap de Bonne-Espérance), à une profondeur de 318^m. Cinq exemplaires ont été recueillis : ils sont actuellement entre mes mains et font partie d'une collection considérable d'Échinodermes dont l'étude m'a été offerte avant 1914. Je propose de donner à cette nouvelle espèce le nom d'*A. Cavellæ*.

On sait que le corps d'une *Astrophiura* comprend une portion principale pentagonale constituée par une région centrale correspondant à un disque d'Ophiure, et par une région périphérique représentant les parties proximales des bras dont les plaques latérales, considérablement élargies, se soudent au disque pour former un pentagone de dimensions relativement grandes; la partie distale des bras reste libre, mais très rudimentaire et réduite à l'état d'appendices insignifiants.

Chez l'*A. Cavellæ*, la région pentagonale a la forme d'un pentagone régulier à côtés droits ou légèrement convexes, mais quelque peu déformé dans l'un des échantillons. Le plus grand diamètre varie entre 12^{mm} et 13^{mm}. Les plaques qui recouvrent la région centrale se font remarquer par leur disposition très régulière. La partie libre des bras est fort mal conservée; le plus souvent, ceux-ci sont cassés à la base; ailleurs, ils sont représentés par un ou deux articles; un seul bras présente cinq articles. Les piquants brachiaux font complètement défaut.

Je ne puis étudier en détail ici l'*A. Cavellæ* : une description accompagnée de reproductions photographiques est actuellement sous presse et paraîtra prochainement dans le *Bulletin du Musée océanographique de Monaco*. Je me contenterai

d'ajouter aux renseignements ci-dessus que l'espèce nouvelle est surtout intéressante par la présence de boucliers buccaux très distincts, tandis que, chez les deux autres espèces, ceux-ci ne sont pas différenciés. Par ce caractère, ainsi que par l'absence de piquants brachiaux, et par la disposition des plaques dorsales du disque, l'*A. Cavellæ* se distingue des *A. permira* et *Kawamurai*.

Grâce à la découverte de l'*A. Cavallæ*, le genre *Astrophiura* se trouve ainsi représenté par une espèce distincte dans chacun des trois océans, Indien, Pacifique et Atlantique : remarquons, en effet, que la localité dans laquelle l'*A. Cavallæ* a été capturée se trouve encore baignée par les eaux de l'Atlantique.

En faisant connaître le genre *Astrophiura*, Sladen suggérait que cette forme remarquable était intermédiaire entre les Astéries et les Ophiures, et quelques auteurs ont suivi Sladen dans cette voie. Chun, en signalant, dans son livre *Aus den Tiefen des Weltmeeres*, quelques Échinodermes recueillis par la *Valdivia*, mentionnait notre espèce et il la donnait comme appartenant à un genre nouveau intermédiaire entre les Astéries et les Ophiures (p. 488). Cette opinion ne s'appuie que sur une pure ressemblance extérieure, et, après l'étude que je viens de faire d'une *Astrophiura*, je ne crois pas qu'on puisse considérer cette forme comme inférieure ou archaïque. Bien plus, j'estime qu'elle appartient aux vraies Ophiures, et même qu'elle représente une Ophiure très évoluée dont les caractères spéciaux sont dus à des transformations survenues dans des structures déjà très différenciées. Ces caractères sont dus principalement à l'élargissement et à la soudure avec le disque des plaques brachiales latérales, et à une modification considérable dans l'appareil génital provoquée sans doute par cet élargissement. Or il existe des Ophiures présentant déjà, à un degré plus ou moins avancé, des transformations analogues et qui nous permettent de comprendre comment s'est établi secondairement l'organisme si étrange des *Astrophiura*. Ainsi, dans le genre *Ophiogyptis* que j'ai décrit autrefois, les plaques latérales des premiers articles brachiaux prennent un développement considérable et elles arrivent à toucher leurs congénères des bras voisins tout en conservant leur indépendance; mais supposons qu'elles se soudent au disque, et une forme comparable à l'*Astrophiura* se trouvera réalisée. Les deux genres *Ophiomisidium* et *Ophiomidas* ont été établis par moi en raison du développement considérable des premières plaques brachiales latérales, avec atrophie ou même disparition, dans certaines espèces, des plaques génitales. D'autre part le genre *Ophiopus* présente une modification profonde de l'appareil génital qui rappelle celui des *Astrophiura*.

Les genres *Ophiophycis*, *Ophiomisidium*, etc. appartiennent, comme les

Ophiomastus, *Ophioglypha*, etc., aux Ophiures les plus évoluées que Matsumoto a classées tout récemment dans son ordre de *Chilophiurida*. J'estime que le genre *Astrophiura* doit constituer le type d'une famille indépendante, dont Sladen avait déjà proposé la création en 1879, mais sans en indiquer la position. Pour le moment, cette famille peut rester sans inconvénient dans l'ordre des *Chilophiurida*, mais une étude anatomique approfondie, que je n'ai pas encore entreprise, montrera peut-être qu'elle doit faire le type d'un ordre distinct.

Nous sommes ainsi bien loin d'une forme ancienne intermédiaire entre les Astéries et les Ophiures. Il est à remarquer que les Ophiures les plus anciennes et les moins différenciées s'éloignent, elles aussi, considérablement des Astéries. Beaucoup d'Ophiures paléozoïques, qu'on avait d'abord regardées comme formant un passage entre les Astéries et les Ophiures, diffèrent à la fois des unes et des autres, ainsi que l'ont montré des recherches récentes, et l'on a même dû créer pour elle une classe spéciale, celle des *Auluroidea*, dont les caractères sont très particuliers.

Je dédie cette espèce à la mémoire de miss Edith Cavell, dont l'odieux assassinat a provoqué l'indignation et l'horreur dans le monde civilisé.

ZOOLOGIE. — *Sur les Euptéropodes recueillis pendant les campagnes scientifiques dirigées par S. A. S. le Prince de Monaco.* Note (1) de **M. A. Vayssière**, présentée par S. A. S. le Prince Albert de Monaco.

Les recherches zoologiques et anatomiques que je poursuis depuis plusieurs années et dont les résultats *in extenso* vont paraître dans les publications des campagnes scientifiques de S. A. le Prince de Monaco, ont porté sur une partie des Mollusques Ptéropodes, celle désignée sous les noms d'Euptéropodes ou Thécosomes.

L'étude de ces animaux m'a permis de constater qu'ils forment un groupe bien distinct de celui des Gymnosomes; ces deux groupes ne doivent plus être conservés sous l'appellation de *Ptéropodes* et ne plus constituer une classe de l'embranchement des Mollusques, mais seulement, comme l'ont démontré Boas en 1886 et Pelseneer en 1888, deux familles à placer dans l'ordre des Gastéropodes Opisthobranches, sous-ordre des Tectibranches. Les Thécosomes, par l'ensemble de leur organisation, appar-

(1) Séance du 8 novembre 1915.

tiennent à la section des Bulléens, les Gymnosomes à celle des Aplysiens.

La dénomination de *Ptéropodes*, telle qu'on la comprenait autrefois, ne pouvant être maintenue, et les appellations de *Thécosomes* et de *Gymnosomes*, seules, n'indiquant pas suffisamment les caractères de ces animaux, je pense qu'il est préférable d'employer celles créées par Boas en 1886, parce qu'elles mettent toutes les deux en relief le caractère principal de ces Mollusques, c'est-à-dire l'existence de leurs nageoires. On désignera donc sous le nom de EUPTÉROPODES, les Ptéropodes Thécosomes, et sous celui de PTÉROTES, les Ptéropodes Gymnosomes.

Les matériaux qui m'ont servi pour poursuivre ces recherches zoologiques et anatomiques ont été abondants, bien qu'il y ait eu dans leur arrivée de 1885 à 1913 des variations considérables dans leur nombre, ce qui ne doit pas nous étonner ayant affaire à des animaux pélagiques; certaines années les courants marins entraînent dans les régions explorées un grand nombre d'espèces et d'individus de Ptéropodes, d'autres années ces mêmes courants sont très pauvres.

Ce que je dis pour les espèces prises à la surface au moyen du filet fin est également vrai pour les coquilles recueillies au fond de la mer; la drague a ramené de certaines stations abyssales de nombreux individus appartenant à 12, 13, 16, 17 et même 19 espèces (stations : 698, 19 espèces; 211 et 719, 17 espèces; 703, 16 espèces; 203, 13 espèces; 233 et 683, 12 espèces); d'autres stations moins bien situées au-dessous des courants marins n'ont donné que deux ou trois espèces représentées souvent par quelques individus seulement.

D'une manière générale, les captures à la surface offrent moins de variété dans le nombre des espèces; ainsi les stations les plus favorisées ont procuré : 815, 8 espèces; 1851, 7 espèces; 1781 et 2099, 6 espèces; 2016, 2022, 2058, 2087, 5 espèces. Mais, par contre, elles peuvent être parfois plus productrices du nombre d'individus; ainsi les stations 2249 et 2250 ont donné plusieurs centaines de *Limacina helicina*, la station 2799 plus de 200 *Limacina retroversa;* en face de Monaco, en 1905, il a été pris dans un coup de filet environ 300 *Limacina inflata ;* enfin, dans les mêmes parages, en 1907 et en 1909, plusieurs centaines de *Cavolinia inflexa* ont été pris de la même manière.

Ces Euptéropodes ont été capturés sous toutes les latitudes, de la région tropicale à la région boréale de l'Atlantique, sauf les *Limacina helicina* qui proviennent toutes de l'océan Glacial Arctique.

Le nombre des espèces recueillies s'élève à 29, dont voici les noms :

Cavolinia tridentata Forskäl, *C. gibbosa* Rang, *C. longirostris* Lesueur, *C. quadridentata* Lesueur, *C. inflexa* Lesueur, *C. lavigata* d'Orbigny; *Diacria trispinosa* Lesueur; *Cleodora pyramidata* Linné, *C. cuspidata* Bosc, *C. compressa* Souleyet, *C. curvata* Souleyet, *Hyalocylix striata* Rang; *Styliola subula* Quoy et Gaimard; *Creseis acicula* Rang, *C. virgula* Rang; *Cuviera columnella* Rang; *Limacina helicina* Phipps, *L. inflata* d'Orbigny, *L. helicoïdes* Jeffreys, *L. bulimoïdes* d'Orbigny, *L. retroversa* Fleming, *L. Lesueuri* d'Orbigny; *Peraclis bispinosa* Pelseneer, *P. triacantha* P. Fischer, *P. apicifulva* Meisenheimer, *P. reticulata* d'Orbigny, *P. depressa* Meisenheimer; *Cymbulia Peroni* Blainville; *Gleba cordata* Forskal.

Nos prédécesseurs n'ont pu le plus souvent étudier l'organisation que d'une ou deux espèces se rapportant à chaque genre, ce qui ne les a pas empêchés quelquefois d'attribuer l'ensemble des caractères morphologiques et anatomiques de l'animal observé à toutes les espèces contenues dans ce genre, ce qui est parfois inexact, comme je le démontre au cours de mon travail.

L'insuffisance des matériaux frais ne leur a pas permis d'examiner complètement les caractères de certains types constituant des groupes génériques et sous-génériques, ce qui les a conduits à en discuter la valeur.

Il m'a été donné, grâce à l'abondance relative des animaux frais, de pouvoir suffisamment étudier l'organisation de ces êtres pour établir leurs diagnoses génériques d'après un ensemble de caractères qui rend leur existence indiscutable; il en est ainsi pour les *Diacria*, *Hyalocylix*, *Styliola* et *Peraclis*, groupes génériques qui doivent tous être conservés; de même pour quelques espèces telles que *Limacina helicoïdes* et *Peraclis triacantha* qu'on doit maintenir malgré Meisenheimer qui les considérait comme douteuses. Par contre, j'ai mis en synonymie une dizaine d'espèces appartenant aux genres *Cavolinia* et *Peraclis*.

Je conserve les trois grandes familles de Cavoliniidés, de Limacinidés et de Cymbuliidés que je laisse complètement distinctes les unes des autres, malgré l'opinion de Meisenheimer; ce naturaliste, en 1905, proposait de subdiviser ces Mollusques en deux grands groupes : les *Euthecosomata* (Cavoliniidés et Limacinidés) et les *Pseudothecosomata* (Cymbuliidés). Ses raisons ne me paraissent nullement concluantes; je pense que ces subdivisions créées à l'infini sont plus nuisibles qu'utiles.

Dans le cours de ce travail, je me suis surtout attaché à décrire assez en détail l'organisation de toutes ces espèces de Mollusques, d'autant plus que

certaines d'entre elles, surtout dans les genres *Limacina* et *Peraclis*, n'étaient connues jusqu'à ce jour que par les caractères de leur coquille.

J'ai fait ressortir, avec l'aide de nombreux dessins à l'appui, les variations que présentent les parties extérieures de leur corps (nageoires, rhinophores, tablier, bouclier, etc.), ainsi que celles des organes internes. Je donne pour chaque espèce les caractères présentés par leurs pièces masticatrices, radulaires et stomacales, ces détails de structure étant toujours très utiles pour établir leur diagnose spécifique.

J'ai pu constater que la formule radulaire des *Peraclis* n'est pas semblable à celle des autres Euptéropodes, par suite de la présence de chaque côté d'une dent marginale très rudimentaire, ce qui leur donne la formule 1, 1, 1, 1, 1 au lieu de 1, 1, 1.

L'existence d'un petit cæcum au début de l'intestin, indiqué par J.-B. van Beneden, mis en doute par beaucoup de naturalistes, est indiscutable; ce petit organe se trouve chez tous les Euptéropodes, sauf les *Peraclis* et les *Cymbulia*.

Tels sont les principaux points sur lesquels j'ai tenu à attirer l'attention des spécialistes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sérum anti-phénol.*
Note de Mlle **Janina Wiszniewska.**

Depuis quelques années, je me suis occupée d'étudier le mécanisme de l'auto-intoxication phénolique dans l'intestin de l'homme et des animaux. Aujourd'hui j'estime que mes recherches sont assez intéressantes pour être communiquées.

Ayant pris comme point de départ les travaux du professeur Elie Metchnikoff qui envisagèrent dans son ensemble la résorption des phénols organiques dans le gros intestin comme la cause la plus admissible de l'artério-sclérose, j'ai voulu vérifier par mes expériences personnelles si en réalité ce phénomène pouvait provoquer dans les organismes adultes une organotropie assez intense pour altérer considérablement le métabolisme de nos vaisseaux, même parfois sans arriver à constituer un véritable état pathologique.

Il a été dit jusqu'ici que l'absorption des produits phénoliques est en rapport direct avec le régime alimentaire suivi par le sujet.

On a dit également que la flore intestinale anaérobie engendre des

phénomènes de putréfaction des ingesta dans le tube digestif, qui sont d'une franche alcalinité et présentent la formation concomitante de produits phénoliques.

Il y a beaucoup de vrai dans ces assertions, mais il y a aussi beaucoup de confusion.

J'ai constaté, sur des chiens nourris avec de la viande conservée par des moyens artificiels et rendue aseptique par un procédé minutieux de tyndallisation, qu'il se produisait constamment une augmentation de phénols dans l'économie des animaux soumis aux expériences. Dans ce procès de putréfaction on peut observer des variantes importantes dues à la qualité des ingesta. Avec un régime à base d'albumine et de substances protéiques, on peut observer toujours la production d'acides paraoxyphénylacétiques

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^2CO^2H & (1) \\ OH & (4) \end{cases}.$$

Cet acide peut se trouver dans l'urine à partir de la dose de $0^g,004$ à $1^g,5$ par litre à l'état de phényl-sulfates de potassium

$$SO^2 \begin{cases} OC^6H^5 \\ OK \end{cases}.$$

Le chien alimenté avec de la viande altérée comme l'est toujours plus ou moins la viande conservée, présente après le septième jour une moyenne de $1^g,619$ de phénol dans l'urine.

A ce moment nous avons cru intéressant de poursuivre nos expériences dans un sens plus expérimental. Il s'agissait de savoir si des chiens, dans des conditions tout à fait normales et alimentés soigneusement pour éviter des phénomènes de putréfaction intestinale, en leur administrant des doses fractionnées d'acide paraoxyphénylacétique chimiquement pur, auraient présenté les mêmes lésions observées dans l'intoxication phénolique par putréfaction intestinale.

Nos recherches furent négatives dans ce sens et même, avec quelque étonnement, nous avons pu constater maintes fois que les phénols chimiques étaient éliminés facilement sans se fixer dans les tissus.

Il s'agissait alors d'isoler les phénols résultant de l'intoxication putride et de les comparer chimiquement avec les systèmes déjà connus. C'est ce que nous avons fait, et nous sommes parvenue à isoler une substance amorphe, qui ne passe pas à travers la membrane du dialyseur.

Cette substance donne la réaction de Buret et présente les caractères



généraux des leucomaïnes, offrant cependant des réactions uniquement propres aux phénols.

Ce corps, obtenu dans un état de pureté satisfaisante, est d'une alcalinité remarquable; son coefficient toxique a pu être fixé à 0,00012 par kilo. Il est thermostable.

Répétant ce que nous avions déjà fait avec l'acide paraoxyphénylacétique, c'est-à-dire le mélangeant à la nourriture des animaux soumis aux expériences, il produit dans leur organisme une sclérose assez intense au bout de 4 ou 5 mois, si l'on continue le traitement.

Les animaux sacrifiés dans ce laps de temps présentent réellement leurs vaisseaux sclérosés, surtout dans les artères rénales et céphaliques, où les lésions sont plus manifestes. C'est au commencement de cette année que nous avons pensé à utiliser cette substance isolée comme antigène pour obtenir un anticorps dans un but thérapeutique, et que nous avons injecté à des chevaux, par la voie intra-veineuse, 20^{cm^3} de solution isotonique de Na Cl et 5^{cm^3} d'une solution d'antigène au $\frac{1}{1000}$, à 8 jours d'intervalle, après lesquels on a répété l'injection avec la même solution.

Quelques instants après l'injection, les chevaux présentent de légers tremblements et des secousses musculaires cloniques qui disparaissent après peu de temps.

Ces troubles sont suivis d'une légère hypothermie, mais après quelques heures, l'état des animaux redevient normal. Quelquefois, après cette hypothermie, le thermomètre remonte rapidement jusqu'à accuser une réaction fébrile qui se dissipe le lendemain. Après 15 jours, si l'animal est saigné, son sérum renferme des anticorps phénoliques si actifs que 1^{cm^3} de ce sérum neutralise, même *in vitro*, 1^{cm^3} d'une solution d'antigène phénol au $\frac{1}{1000}$, tenue à l'étuve à 36°, dans le délai d'une demi-heure. Les cobayes, lapins, et chiens phénolisés activement soit par l'alimentation spéciale que nous avons mentionnée, soit par l'action expérimentale de l'antigène phénol qu'on a eu soin d'introduire dans leur tube digestif, ont pu survivre après un traitement de 5 mois, grâce à ce traitement immunisant adéquat à l'inoculation ultérieure de doses massives d'antigène, qui d'ailleurs a toujours causé la mort des animaux témoins.

Il faut cependant faire remarquer que, quelques-uns des animaux qui ont survécu ayant été sacrifiés après le traitement qui leur avait permis de supporter l'action des doses massives d'antigène, leur examen a démontré que ce traitement n'a pas d'effet rétroactif. En conséquence, nous croyons les observations suivantes dignes d'attirer l'attention du monde scientifique :

1° Que réellement il se produit, dans certains procès putrides de l'intestin, une substance spécifique qui rappelle par ses caractères les leucomaïnes plutôt que tout autre corps.

2° Que cette substance présente la singularité de se comporter, vis-à-vis des réactifs des phénols, comme un composé phénolique, mais ne peut pas être confondue avec l'acide oxyphénylacétique ni avec d'autres composés chimiques du phénol jusqu'ici connus.

3° Ce corps, injecté à différentes reprises et à différents animaux à des doses convenables, produit toujours les mêmes lésions, et enfin, quand il est injecté par la voie veineuse à un cheval, il fournit des anticorps caractéristiques qui peuvent être employés dans un but thérapeutique.

Note. — Mélangeant une solution au $\frac{1}{1000}$ de l'antigène phénol avec quelques gouttes d'une solution de nitrite d'éthyle et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, il se développe une coloration rouge intense qui peut être sensible encore à une dilution de $\frac{1}{2\,000\,000}$. Cette coloration passe au bleu en y ajoutant quelques gouttes d'ammoniaque.

M. F. Tavani adresse une Note intitulée : *Sur les conditions qui sont en même temps nécessaires et suffisantes pour la convergence des séries à termes positifs décroissants.*

A 15 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

COMITÉ SECRET.

Rapport *sur la* Fondation Loutreuil.

M. le Président communique à l'Académie le Rapport suivant, fait au nom du *Conseil de la Fondation Loutreuil* et renfermant les décisions de celui-ci pour l'année 1915 :

C'est la première fois que l'Académie des Sciences distribue les libéra-

lités qu'elle tient de la générosité de A.-T. Loutreuil à qui les hommes de science ne seront jamais assez reconnaissants, non seulement pour les sommes importantes dont il a disposé en leur faveur, mais encore en raison du grand exemple qu'il a donné.

Un règlement a été élaboré, déterminant la procédure à suivre pour distribuer les subventions le plus équitablement possible en demeurant dans l'esprit qui a inspiré la donation; j'en rappellerai les dispositions essentielles :

D'après les dispositions prises par le testateur, les demandes de subventions à prélever sur le fonds Loutreuil sont examinées par deux organisations successives :

1° Le Comité qui choisit, parmi les demandes qui lui sont adressées, celles qui lui paraissent susceptibles d'être accueillies.

2° Le Conseil qui, après avoir pris connaissance des propositions du Comité, prend les décisions définitives.

Ces deux organismes ont fait leur travail et ce sont les décisions du Conseil et leur justification qui font l'objet de ce Rapport adressé à l'Académie, en exécution du règlement élaboré par le Conseil et récemment approuvé par l'Académie.

Les demandes adressées au Comité se répartissent en trois catégories :

1° Celles qui sont formulées par les établissements désignés par le testament;

2° Celles qui proviennent d'établissements admis par le Président de l'Académie à participer aux subventions du fonds Loutreuil;

3° Celles qui émanent de simples particuliers.

Les demandes appartenant aux deux premières catégories ont été examinées d'abord par les conseils d'administration des établissements intéressés; elles présentent de ce fait des garanties particulières; elles n'en ont pas moins été discutées à nouveau. Il est entendu, d'ailleurs, que les demandes portant sur des constructions ou des aménagements qui sont à la charge de l'État ou des villes seront uniformément rejetées.

Le Muséum d'Histoire naturelle demande 1000^{fr} pour continuer des recherches sur les Orchidées entreprises par M. le professeur **Costantin**; 5700^{fr} pour achats d'accumulateurs et 4300^{fr} pour une installation radiographique qui manquaient au laboratoire de M. le professeur **Jean Becquerel**. Dans un Rapport spécial M. Jean Becquerel a indiqué la nature des travaux intéressants qu'il compte poursuivre à l'aide de ces appareils.

Le Conseil accorde ces subventions.

Parmi les subventions demandées par le Collège de France, le Conseil accorde 4000^fr à M. **Gley** pour l'installation d'un appareil frigorifique dans son laboratoire;

5000^fr à M. **Cayeux** pour compléter l'outillage de son laboratoire de Géologie qui avait été jusque-là uniquement installé en vue de recherches pétrographiques;

2000^fr à M. **Nattan-Larrier** pour l'achat d'un centrifugeur et d'une étuve pour cultures microbiennes.

Les Observatoires de province sont tous rattachés aux Universités qui ont reçu un legs spécial de M. Loutreuil. Le Conseil ne peut donc retenir que celles de leurs demandes qui sont relatives à des recherches d'ordre tout personnel des astronomes. C'est à ce titre que 3000^fr sont attribués à M. **Gonnessiat**, directeur de l'Observatoire d'Alger, pour la construction d'un appareil destiné à mesurer l'intensité des ondes hertziennes et pour un séismographe vertical.

Au titre de l'École Polytechnique, le Conseil accorde 3000^fr à M. **Carvallo** pour continuer ses recherches sur une méthode de tir contre les aéronefs.

Les Écoles vétérinaires de Lyon et d'Alfort reçoivent chacune 5000^fr pour l'entretien de leur bibliothèque; pour le même motif, 3000^fr sont attribués à l'École vétérinaire de Toulouse et 1000^fr à M. **Montané** qui se propose de réorganiser les collections anatomiques de cette École.

Parmi les établissements de la deuxième catégorie, les sommes suivantes ont été attribuées sur la demande du Conservatoire des Arts et Métiers :

3000^fr à M. **Marcel Deprez** pour des expériences relatives à la transmission de la chaleur des gaz à des parois métalliques, constamment refroidies, et pour des expériences sur les phénomènes électriques auxquels pourraient donner lieu les moteurs à explosion;

4500^fr à M. **Job**, destinés à acheter une bombe calorimétrique, un transformateur électrique et d'autres appareils nécessaires à ses recherches sur les vitesses des réactions oxydantes;

6000^fr à M. **Amar** pour perfectionner l'outillage destiné à l'étude des efforts musculaires de l'homme au travail, à l'aide de la méthode graphique et de la chronophotographie.

En tête de la troisième catégorie vient la Société de documentation biblio-

graphique, dirigée par M. **Garçon** et dont plusieurs de nos confrères, MM. Bertin, Armand Gautier, Haller, Le Chatelier et Roux font partie. Cette Association publie un recueil contenant nombre de renseignements utiles sur les publications relatives surtout à l'industrie et aux sciences appliquées au progrès industriel. Le Conseil a fixé à 2000^{fr} la somme à lui attribuer, comme témoignage de sympathie.

M. **Piéron** a fait d'excellents travaux de psychologie physiologique. Son laboratoire des Hautes Études, établi à la Sorbonne, n'a aucun outillage. Le Conseil lui alloue 2000^{fr}.

M. **Louis Mengaud**, professeur au lycée de Toulouse, a entrepris depuis plusieurs années des recherches sur la géologie de la région cantabrique, dans la province de Santander, en Espagne. Il a besoin de faire dans cette région une dernière exploration et d'accomplir divers voyages afin de déterminer ses fossiles en les comparant à ceux des grandes collections; il demande 2400^{fr} pour subvenir à ces dépenses et faire imprimer son Mémoire. Le Conseil les lui accorde.

M. **Ch. Marie** publie des Tables de constantes numériques qui sont de la plus grande utilité pour les physiciens, les chimistes et les physiologistes. Le Conseil lui accorde les 10000^{fr} qu'il demande pour continuer son œuvre utile.

M. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Paris, appuyait, en raison des services rendus à l'Astronomie par M. **Camille Flammarion**, une demande que présente celui-ci en faveur de l'Observatoire privé de Juvisy. Le Conseil accorde 3000^{fr} à cet établissement.

4000^{fr} sont attribués à M. **Miège**, comme fonds de concours pour la création d'un champ d'expériences à Rennes.

M. **Douvillé** signale au Conseil l'importance qu'il y aurait à publier un Mémoire qu'il a rédigé pour la description des fossiles recueillis par M. M. Couyat-Barthoux, à qui a été attribué cette année le prix Tchihatcheff pour ses études sur le massif du Sinaï. 1000^{fr} sont accordés pour la préparation des planches de cette publication qui sera imprimée dans les *Mémoires de l'Académie*.

Le total des subventions votées par le Conseil s'élève à 82300^{fr}. Cette somme n'épuise pas les fonds disponibles. Les circonstances que nous traversons n'ont pas permis à tous les chercheurs de poursuivre les travaux commencés ou d'en entreprendre de nouveaux; le Conseil, tenu de se maintenir dans les termes du legs, n'a pu étendre aussi loin qu'il

l'aurait désiré les allocations destinées à subvenir aux besoins de la recherche scientifique. Il espère que le réveil qui suivra le retour aux conditions normales du travail permettra désormais d'épuiser périodiquement les ressources que le fonds Loutreuil met au service des progrès de la Science française.

1° Établissements désignés par le testament Loutreuil.

		fr
Muséum d'Histoire naturelle........	MM. Costantin	1 000
»	Becquerel	10 000
Collège de France..................	Gley	4 000
»	Cayeux	5 000
»	Müntz	2 400
»	Nattan-Larrier	2 000
Observatoire	Gonnessiat	3 000
École Polytechnique	Carvallo	3 000
École vétérinaire d'Alfort		5 000
» de Lyon		5 000
» de Toulouse		3 000
»	Montané	1 000

2° Établissements admis par le Président.

Conservatoire des Arts et Métiers....	MM. Marcel Deprez	3 000
»	Job	4 500
»	Amar	6 000

3° Demandes directes.

MM. Flammarion..................................	3 000
Garçon..	2 000
Piéron..	2 000
Mengaud...	2 400
Marie...	10 000
Miège...	4 000
Douvillé..	1 000
Total......................	82 300

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du saccharose sur la liqueur cupropotassique.* Note de M. L. **Maquenne.**

L'action réductrice que le saccharose exerce sur la liqueur de Barreswill n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune étude spéciale; on ignore même si elle est spécifique ou si, au contraire, elle ne se manifeste qu'après hydrolyse. On sait seulement qu'elle est influencée par la présence de sucres réducteurs, qui modifient l'attaque du saccharose dans une mesure et pour des raisons encore mal déterminées. Le présent travail a pour objet d'élucider cette question.

Le pouvoir réducteur du saccharose est d'ailleurs infiniment plus faible que celui du glucose ou de ses analogues, et il n'y a lieu d'en tenir compte que dans des cas spéciaux, comme l'analyse des produits de l'industrie sucrière, où le saccharose domine de beaucoup sur les sucres réducteurs proprement dits.

Dès le début de nos recherches nous avons reconnu que l'action de la liqueur cupropotassique sur le saccharose s'exerce, à l'ébullition, tout autrement que sur le sucre inverti. Alors que ce dernier est surtout attaqué par l'alcali caustique que renferme le réactif et n'est que peu sensible à sa richesse en cuivre, le saccharose n'est guère influencé que par celle-ci, son pouvoir réducteur croissant très vite à mesure que la quantité de métal dissous augmente. Il ne saurait donc s'agir ici d'une inversion préalable : l'attaque du saccharose par la liqueur de Barreswill paraît être le résultat

d'une oxydation directe de sa molécule, peut-être accompagnée ou suivie d'un dédoublement, mais qui ne doit pas être la conséquence de son hydrolyse.

Une autre influence, qui affecte le saccharose bien plus énergiquement que le sucre inverti, est celle de la chaleur et en particulier de la durée de sa chauffe avec le réactif cuivrique. Dans les conditions où nous avons coutume d'opérer, 10^{g} de saccharose réduisent respectivement comme 12^{mg} ou comme 15^{mg} d'inverti, avec une intensité, donc, variable de 20 à 25 pour 100, suivant que l'ébullition est maintenue pendant 3 ou 4 minutes, alors que la quantité de cuivre précipité, dans les mêmes circonstances, par l'inverti seul ne change que de $\frac{3}{100}$ environ.

Il y a donc là deux variables essentielles : la richesse en cuivre du milieu et la durée de l'ébullition, qu'il importe de fixer tout d'abord pour éviter de graves perturbations dans les résultats. Pour y réussir nous nous sommes astreint à employer toujours les mêmes réactifs et à réduire autant que possible le volume du liquide, de façon que la chauffe, amenant alors très rapidement l'ébullition, puisse être réglée et maintenue toujours pendant le même temps, à moins de 5 secondes près. Cette précaution n'est du reste pas particulière à l'ordre des recherches qui nous occupent et ne nous a pas été imposée par le mode opératoire que nous avons suivi; on devra de même l'observer avec le plus grand soin, sous peine d'erreurs notables, toutes les fois que l'on aura occasion de faire bouillir un mélange de saccharose et de sucre inverti avec le réactif cupropotassique. On peut, il est vrai, atténuer beaucoup cet effet en opérant à plus basse température, à 80°, 65° et même 62°, comme l'ont conseillé différents auteurs. Il faut alors, naturellement, prolonger la chauffe davantage : nous y reviendrons.

Tenant compte de toutes ces observations préalables, nous nous sommes arrêté à la marche suivante, qui a été rigoureusement suivie dans tout le cours de ce travail.

Le réactif cupropotassique employé est celui dont on se sert le plus souvent et dont nous allons, pour mémoire, rappeler la composition :

Liqueur bleue	: Sulfate de cuivre pur cristallisé.....	40^{g} par litre
Liqueur blanche	Sel de Seignette pur	200^{g} »
	Soude pure en plaques.............	150^{g} »

Pour l'usage on mélange ces deux liqueurs à volumes égaux, par exemple 10^{cm^3} de chaque, auxquels on ajoute les sucres étudiés et une quantité d'eau telle que le volume total soit compris entre 35^{cm^3} et 40^{cm^3} (36^{cm^3},8 dans la

plupart de nos expériences). S'il y a nécessité d'introduire du saccharose solide dans la solution, on tient compte de l'augmentation de volume qui en résulte, à raison de $0^{cm^3},62$ par gramme, en diminuant d'autant la quantité d'eau qui doit compléter le volume final. Il est en effet nécessaire, dans une suite d'essais comparatifs, de maintenir celui-ci constant, pour éviter l'influence des changements de concentration en cuivre du milieu oxydant sur le pouvoir réducteur du saccharose.

On porte ensuite le tout, d'abord sur un fort brûleur, de manière à atteindre l'ébullition en 90 à 100 secondes, puis sur une flamme plus petite, qui maintient le liquide en très douce ébullition pendant exactement 3 minutes. On arrête alors brusquement l'attaque en agitant la fiole à réaction (un vase conique en est la forme la plus commode) sous un fort filet d'eau et, aussitôt après refroidissement, on procède au dosage du cuivre précipité ou resté en solution. Pour cela, il existe plusieurs méthodes excellentes; nous avons invariablement employé celle à l'iodure de potassium et à l'hyposulfite qui, ne nécessitant pas de filtration, est plus rapide et aussi exacte que n'importe quelle autre. La durée totale de l'opération, y compris une pesée, le mesurage des liqueurs, la chauffe, le refroidissement et le titrage, ne dépasse ordinairement pas 15 minutes.

Dans ce qui suit, les chiffres qui relatent les réductions expriment le nombre des divisions (dixièmes de centimètre cube) de la burette correspondant au cuivre précipité; si l'on désire connaître celui-ci, il suffit de se rappeler que, la solution d'hyposulfite étant titrée à 2 pour 100, chacune de ces divisions équivaut à $0^{mg},512$ de métal.

Lorsqu'on suit de cette manière, ou par tout autre moyen, la marche de la réduction avec des quantités variables de saccharose, on constate d'abord qu'elle s'effectue d'une tout autre façon qu'avec l'inverti. La courbe représentative du phénomène, dressée en prenant comme abscisses les poids de sucre et comme ordonnées les réductions correspondantes, s'élève au début très rapidement, puis s'infléchit, devient horizontale et enfin s'abaisse, si bien qu'avec 10^g de saccharose pur on réduit moins de cuivre en 3 minutes qu'avec 5^g et même seulement 2^g. Avec 20^g de sucre on en réduit moins encore, et la précipitation reste toujours très incomplète, atteignant à peine le quart du cuivre présent, pour les conditions indiquées ci-dessus. Il est probable qu'il se forme alors des sucrates complexes de cuivre et de potassium dont le coefficient de dissociation décroît à mesure que la proportion de sucre augmente, ce qui diminue à la fois l'alcalinité et la richesse en cuivre actif du milieu.

Le Tableau suivant indique les nombres qui ont été ainsi obtenus dans une série où le volume total du liquide a été, dans tous les essais, réglé à $36^{cm^3},8$:

		0,25.	0,50.	1.	2.	3.	4.	5.	8.	10.	12.
Poids du sucre (en grammes)...		0,25.	0,50.	1.	2.	3.	4.	5.	8.	10.	12.
Réduction	Sucre ordinaire (1).	8,5	19,5	31,0	43,0	48,0	49,0	48,0	46,0	43,5	41,5
	Sucre pur (2).....	9,0	17,0	27,5	39,0	42,5	43,5	42,5	40,0	37,0	35,0

On sait qu'avec le glucose ou le sucre inverti la courbe est, au contraire de la précédente, très rapprochée d'une droite, et que la précipitation du cuivre est rapidement totale pour une dose déterminée de sucre réducteur. Cette seule différence suffit à montrer, ainsi qu'il a déjà été dit plus haut, que l'action réductrice du saccharose s'exerce directement, par l'ensemble de sa molécule, et non, comme on aurait pu le croire, par l'intermédiaire de ses produits d'hydrolyse éventuelle.

La figure 1 montre nettement tous ces phénomènes dans ce qu'ils ont de

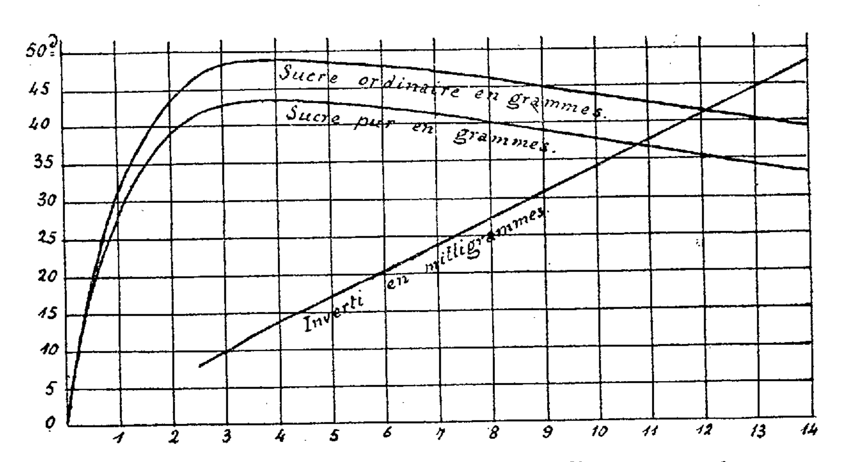


Fig. 1. Réduction du sucre et de l'inverti seuls.

plus intéressant; elle fait voir en outre que, vers la dose de 11^g, point de rencontre des deux courbes, le sucre pur que nous avons employé réduit juste mille fois moins que l'inverti. Pour la dose de 5^g, comparée à 5^{mg} d'inverti, ce même rapport tombe vers 400, pour s'élever jusqu'à près de 1500 dans le cas de 14^g de saccharose comparés à 14^{mg} d'inverti;

(1) Raffiné cassé (Say), non desséché et contenant environ 0,018 pour 100 de réducteur.

(2) Raffiné en tablettes (Say), non desséché et paraissant exempt de réducteur.

nous devons conclure de là qu'il est impossible d'établir aucune relation simple entre le pouvoir réducteur du saccharose et celui de l'inverti supposés pris à poids égaux.

En résumé, si l'on ne considère que la courbe relative au saccharose, on peut dire que les choses se passent comme si, à partir d'une certaine richesse de la liqueur, le sucre exerçait une action protectrice sur lui-même en s'y accumulant.

Ainsi que M. Saillard l'indiquait récemment (¹), l'inverti agit sur le sucre d'une façon semblable : dans certaines conditions le pouvoir réducteur du saccharose se trouve alors diminué, et cela d'autant plus qu'il y a davantage d'inverti. La raison de cet effet, qui n'a pas encore été donnée, est que, l'action des réducteurs sur le réactif cuivrique étant plus rapide que celle du saccharose, la richesse en cuivre soluble du milieu se trouve brusquement abaissée avant que l'attaque du saccharose ne commence, ce qui nécessairement ralentit sa vitesse d'oxydation : ce n'est en réalité qu'une simple conséquence de ce que nous avons dit plus haut relativement à la sensibilit du sucre vis-à-vis du cuivre.

Le graphique de la figure 2 montre l'allure de cette influence pour des

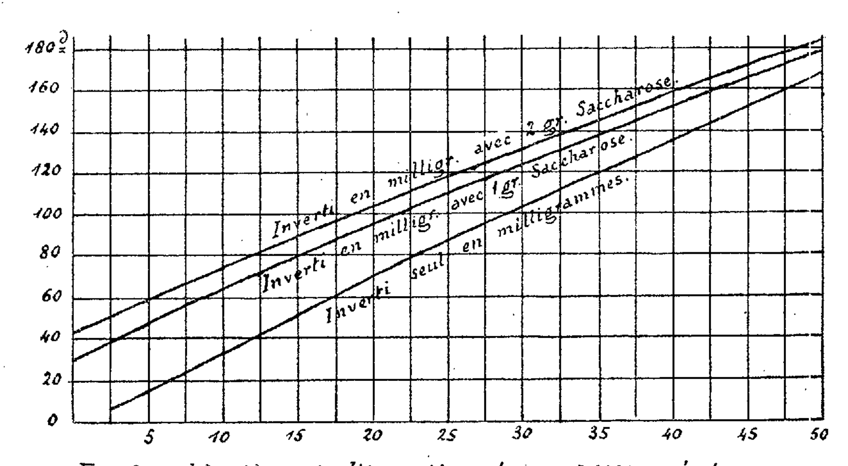


Fig. 2. Réduction de l'inverti seul ou additionné de sucre.

doses variables de sucre inverti, mélangé avec 1^g ou 2^g de saccharose (à 0,018 pour 100 de réducteur) sous un volume total de 36$^{cm^3}$,8. Si on lui adjoint le graphique de la figure 1, il nous apprend quelque chose de plus.

(¹) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 591.

En effet, les courbes représentatives de la réduction se rapprochent l'une de l'autre quand on passe de 1g à 2g de sucre; il en serait évidemment de même si l'on passait à des doses plus fortes, et si l'on se rappelle que le saccharose réduit de moins en moins, à partir de 4g pour 36cm³, 8, à mesure qu'il devient plus abondant, on conçoit que, pour une certaine concentration, la courbe de réduction du mélange devienne parallèle à celle de l'inverti pur. Alors la réduction totale sera égale à la somme des réductions partielles imputables aux deux composants du mélange et si, enfin, la richesse en sucre dépasse cette limite, le phénomène se renversera, c'est-à-dire que, au lieu d'exercer sur le saccharose une action protectrice comme celle qu'on observe dans des liqueurs étendues, l'inverti deviendra un agent accélérateur de sa décomposition.

C'est ce qui ressort avec évidence de l'examen du Tableau suivant :

Poids de l'inverti.	Réduction du mélange d'inverti avec les quantités suivantes de saccharose.					
	0.	4g.	6g.	8g.	10g.	12g.
mg						
0......	0	48,5	47,0	45,0	42,0	39,5
2,5....	8,0	55,5	54,0	52,5	51,0	50,0
5......	16,5	63,0	62,5	61,5	60,0	59,5
10......	33,5	80,5	80,5	79,0	77,5	78,0
15......	51,5	95,5	96,0	96,0	95,5	96,0
20......	68,5	109,0	110,0	111,0	112,5	113,5
25......	86,0	124,0	125,0	127,0	129,0	131,5
30......	103,0	139,0	141,0	143,5	145,0	147,5
35......	120,0	154,0	157,0	159,5	161,5	164,0
40......	136,0	168,0	170,5	174,5	177,5	180,0
45......	151,5	180,5	183,5	188,0	192,5	»
50......	167,0	192,5	»	»	»	»

Jusqu'à la dose de 8g de sucre pour 36cm³,8 de liquide soumis à l'ébullition, les nombres trouvés sont inférieurs à la somme des réductions respectives des composants du mélange; avec 10g de sucre ils lui sont très sensiblement égaux, et avec 12g ils la dépassent; c'est le phénomène observé pour la première fois par M. Saillard qui trouve ainsi son interprétation naturelle : avec ces doses massives de saccharose [1], ce sont les sucrates qui dominent dans la solution, et ces sucrates, agissant sur l'inverti comme

[1] A des températures plus basses que celle de l'ébullition, ce même renversement a lieu avec des doses de sucre différentes de celles que nous indiquons ici.

sels de cuivre à acide faible, donnent lieu à une précipitation plus abondante d'oxydule, à la façon du carbonate cupropotassique dans la liqueur de Soldaïni.

En terminant, je tiens à adresser mes plus sincères remercîments à M. Pellet et aux administrateurs de la raffinerie Say, qui ont bien voulu me procurer les échantillons de sucre pur sur lequel ont porté ces recherches.

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur la formation du pollen chez certaines Monocotylédones.* Note de M. **L. Guignard**.

Dans une Note parue en avril dernier sur le mode de formation du pollen ([1]), après avoir exposé l'état de nos connaissances sur ce sujet, j'ai fait connaître un certain nombre d'exceptions à la règle considérée comme générale, d'après laquelle chaque cellule mère pollinique de l'anthère, pour donner ses quatre grains de pollen, se divise de deux façons différentes : par deux bipartitions successives chez les Monocotylédones, par quadripartition simultanée chez les Dicotylédones.

Ces exceptions portaient principalement sur la première de ces deux classes de plantes et avaient été rencontrées dans toute une tribu de Liliacées et dans de nombreuses Iridacées. Elles venaient s'ajouter au cas du même genre présenté par la grande famille des Orchidées, où des observations déjà anciennes ([2]) avaient montré que le mode de formation du pollen est identique à celui des Dicotylédones.

Chez toutes les espèces d'Iridacées qu'il m'avait été possible d'examiner, dans les genres *Iris*, *Sisyrinchium*, *Antholyza*, *Freesia*, *Ixia* et *Montbretia*, la division successive se trouvait remplacée par la quadripartition simultanée de la cellule mère pollinique. En raison du nombre et de la diversité de ces espèces, il était à présumer que l'exception à la règle habituelle chez les Monocotylédones doit vraisemblablement être générale dans la famille dont il s'agit; mais, pour s'assurer de l'exactitude de cette hypothèse, il fallait encore examiner d'autres espèces. Celles que j'ai pu observer depuis appartiennent aux genres *Gladiolus*, *Tigridia* et *Crocus*.

Chez les Glaïeuls, où le pollen se développe mal ou avorte dans un grand nombre de cas, plusieurs variétés du *Gladiolus gandavensis* m'ont

---

([1]) L. Guignard, *Sur la formation du pollen* (*Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 428).

([2]) L. Guignard, *Recherches sur le développement de l'anthère et du pollen des Orchidées* (*Ann. des Sc. nat.: Bot.*, 6e série, t. 14, 1883, p. 26).

cependant permis de constater que les cellules mères polliniques, quand elles continuent leur évolution, se comportent comme chez les Iridacées étudiées antérieurement. La division simultanée se fait tantôt avec disposition tétraédrique des quatre grains de pollen, comme c'est le cas ordinaire chez les Dicotylédones, tantôt avec formation de cloisons méridiennes séparant quatre quartiers de sphère dont les noyaux se trouvent situés à peu près sur un même plan équatorial, comme la remarque en avait déjà été faite dans l'*Ixia*.

Ce même mode de division se rencontre également chez le *Tigridia Pavonia* Ker., où l'on ne parvient à l'observer que dans des fleurs excessivement jeunes. La formation très précoce du pollen est d'ailleurs un caractère de la plupart des représentants de la famille; elle a lieu dès que les étamines, dont l'accroissement prédomine de beaucoup sur celui des pièces du périanthe, atteignent seulement quelques millimètres de longueur.

Cette précocité augmente la difficulté de la recherche surtout chez les Safrans, où chaque tubercule ne produit en général qu'un ou deux bourgeons floraux, ne renfermant souvent qu'une seule fleur, comme dans le *Crocus sativus* et d'autres espèces. En outre, le pollen se forme dans le bourgeon longtemps avant l'apparition de la fleur à la surface du sol : près d'un mois dans le *C. sativus;* plusieurs mois dans les nombreuses variétés du *C. vernus*, cet intervalle de temps variant d'ailleurs suivant les conditions de milieu. Les grains de pollen sont déjà distincts et isolés les uns des autres alors que le bourgeon, qui cache la fleur dans le sol, n'a guère plus d'un demi-centimètre de longueur.

Dans tous les cas observés, la division de la cellule mère pollinique se fait aussi par quadripartition simultanée. Le pollen m'a toujours paru se développer normalement dans le *C. sativus* et présenter des grains pour la plupart bien conformés.

Par contre, son développement subit un avortement plus ou moins précoce dans les diverses variétés du *C. vernus*. Tantôt, en effet, les cellules mères n'arrivent pas à se diviser et le contenu des sacs polliniques s'atrophie de bonne heure; tantôt elles se divisent et l'atrophie porte ensuite sur les quatre cellules filles avant qu'elles ne se séparent les unes des autres. Quand, au contraire, les jeunes grains de pollen arrivent à s'isoler, ils ne tardent pas, en général, à présenter une grosseur inégale, quelques-uns seulement parvenant à leur accroissement complet. On remarque d'ailleurs, dans leur développement, diverses anomalies sur lesquelles il n'y a pas lieu d'insister ici. Le fait essentiel à retenir, c'est

que, dans les cas qui se prêtent à l'observation, on peut constater, chez les Safrans, le même mode de division des cellules mères polliniques que dans les genres dont il a été précédemment question.

On voit donc que la formation du pollen par quadripartition simultanée peut être aujourd'hui considérée comme générale chez les Iridacées. Ce mode de développement, semblable à celui qui existe chez les Orchidées, représente ainsi un caractère de famille, qui vient s'ajouter à ceux qui distinguent ces deux groupes importants parmi les Monocotylédones.

ÉLECTROMÉCANIQUE. — *Sur les oscillations forcées d'un système oscillant à amortissement discontinu.* Note de MM. **A. Blondel** et **F. Carbenay**.

Supposons le système ([1]) soumis à un couple déviant périodique, développable en série de Fourier : $G\Phi(t) = \Sigma I_m \cos(m\omega t + \varphi_m)$; l'équation du mouvement prend la forme

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + Df\left(\frac{d\theta}{dt}\right) + C\theta = G\Phi(t) \tag{1}$$

avec

$$f\left(\frac{d\theta}{dt}\right) = \pm 1 \qquad \text{suivant que} \qquad \frac{d\theta}{dt} \gtrless 0$$

et

$$\theta = \text{const., pour } [G\Phi(t)]_{max} \leqq D.$$

L'intégrale particulière de cette équation différentielle est une fonction périodique continue

$$\theta = \Sigma u_n \sin n\omega t + \Sigma v_n \cos n\omega t, \tag{2}$$

telle qu'en tout point où $\frac{d\theta}{dt}$ s'annule, en changeant de signe, le contact de la courbe avec sa tangente horizontale est d'ordre infini, ce qui a pour effet de faire réapparaître l'intégrale générale de l'équation sans second membre à la fin de chacun de ces contacts. Soient

γ la sensibilité statique absolue, $\gamma = \frac{G}{C}$;

Γ_n la sensibilité harmonique d'ordre n, $\Gamma_n = \frac{G}{\sqrt{(C - Kn^2\omega^2)^2 + (An\omega)^2}}$;

ε l'angle limite d'incertitude, $\varepsilon = \frac{D}{C}$.

([1]) *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 547.

I. Supposons la fonction θ déterminée en régime. Dans l'intervalle de temps pour lequel $\frac{d\theta}{dt}$ a un signe donné, positif par exemple,

$$\theta = \Sigma\Gamma_n I_n \cos(n\omega t + \psi_n) - \varepsilon + M_0 e^{\alpha t} + N_0 e^{\beta t}$$

avec

$$\operatorname{tang}(\varphi_n - \psi_n) = \frac{A n\omega}{C - K n^2\omega^2} \qquad \text{et} \qquad \alpha, \beta = \frac{-A \pm \sqrt{A^2 - 4KC}}{2K},$$

θ atteint son maximum Θ au temps t_1 défini par

$$(3) \qquad o = -\omega\Sigma n\Gamma_n I_n \sin(n\omega t_1 + \psi_n) + \alpha M_0 e^{\alpha t_1} + \beta N_0 e^{\beta t_1},$$

et l'on a

$$(4) \qquad \Theta = \Sigma\Gamma_n I_n \cos(n\omega t_1 + \psi_n) - \varepsilon + M_0 e^{\alpha t_1} + N_0 e^{\beta t_1};$$

θ conserve cette valeur jusqu'à l'époque t_2 à partir de laquelle le produit de $\Phi(t)$ par la sensibilité statique γ devient inférieur à $(\Theta - \varepsilon)$:

$$(5) \qquad \Theta - \varepsilon = \gamma\Sigma I_m \cos(m\omega t_2 + \varphi_m),$$

et ainsi de suite, de t_2 à t_3, $\frac{d\theta}{dt}$ est négatif et l'on a, dans cet intervalle,

$$\theta = \Sigma\Gamma_n I_n \cos(n\omega t + \psi_n) + \varepsilon + M_2 e^{\alpha t} + N_2 e^{\beta t};$$

M_2 et N_2 s'obtiennent en écrivant que θ (pour $t = t_2$) $= \Theta$ et $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{t=t_2} = o$.

Si $\Phi(t) = -\Phi\left(t + \frac{T}{2}\right)$ et si θ ne présente par période T qu'un maximum et un minimum, il est clair que $M_0 = -M_2 = M$ et $N_0 = -N_2 = N$, et l'on a un système de cinq équations pour déterminer t_1, t_2, M, N et Θ.

Les coefficients u_n et v_n de (2) sont donnés par les formules suivantes :

$$(6) \quad u_n = \frac{4}{T}\int_{t_1}^{t_1+\frac{T}{2}} \theta \sin n\omega t\, dt = \frac{2}{\pi n}\Theta(\cos n\omega t_1 - \cos n\omega t_2) + \frac{4}{T}\int_{t_2}^{t_1+\frac{T}{2}} [\Sigma\Gamma_n I_n \cos(n\omega t + \psi_n) - \varepsilon + M e^{\alpha t} + N e^{\beta t}] \sin n\omega t\, dt,$$

$$(7) \quad v_n = \frac{4}{T}\int_{t_1}^{t_1+\frac{T}{2}} \theta \cos n\omega t\, dt = -\frac{2}{\pi n}\Theta(\sin n\omega t_1 - \sin n\omega t_2) + \frac{4}{T}\int_{t_2}^{t_1+\frac{T}{2}} [\Sigma\Gamma_n I_n \cos(n\omega t + \psi_n) - \varepsilon + M e^{\alpha t} + N e^{\beta t}] \cos n\omega t\, dt.$$

Il existe une infinité de fonctions $\Phi(t)$ périodiques qui donnent la même intégrale, à condition qu'elles restent à l'intérieur de *rectangles d'incertitude* dont la hauteur est 2ε, la largeur $(t_2 - t_1)$ et l'axe parallèle aux abscisses, d'ordonnée Θ (¹).

Étant donnée une courbe relevée avec un système oscillant à amortissement discontinu, il ne sera pas possible, en général, d'en déduire complètement la loi du couple déviant, contrairement à ce que l'on peut toujours faire avec un système amorti seulement en raison directe de la vitesse, par l'emploi des différences première et seconde (²). Les parties de la courbe correspondant à un signe déterminé de la vitesse seront relevées de $\pm\varepsilon$ suivant que $\frac{d\theta}{dt}$ est positif ou négatif; on complétera, à l'estime, les tronçons contenus dans les rectangles d'incertitude entre deux points dont on peut rétablir les positions relatives et les tangentes.

II. Si D est nul, $\theta_n = \Gamma_n I_n$ et $\operatorname{tang}(\varphi_n - \psi_n) = \frac{An\omega}{C - Kn^2\omega^2}$; les conditions auxquelles doivent satisfaire K, A et C pour que la loi du mouvement de l'équipage mobile se rapproche le plus possible de la fonction du temps définissant l'action synchronisante, sont que la période propre τ soit très petite devant la période fondamentale T du couple déviant et l'amortissement voisin de la valeur critique $A = 2\sqrt{KC}$ (³).

Appliquons à un tel appareil, doué d'amortissement discontinu, les équations précédentes; l'intégrale générale $M_0 e^{\alpha t} + N_0 e^{\beta t}$ prend, dans ce cas, la forme connue

$$(P + Qt)\, e^{-2\pi\frac{t}{\tau}} \qquad (P, Q \text{ const.});$$

elle est rapidement convergente, car $2\pi\frac{t}{\tau} = 2\pi\frac{T}{\tau}\frac{t}{T}$ et le rapport $\frac{T}{\tau}$ est, pra-

(¹) Si A et K sont nuls, la surface des rectangles d'incertitude est $\left(\frac{\varepsilon}{\gamma}\right.$ étant petit et la fonction $\Phi(t)$ admettant une dérivée dans l'intervalle d'incertitude $\left.t_1 t_2\right)$

$$S = 4\frac{\varepsilon^2}{\gamma}\left|\frac{1}{\Phi'_t[t_1 + \eta(t_2 - t_1)]}\right| \qquad (0 < \eta < 1).$$

(²) Cf. A. Blondel, *Remarques sur la méthode oscillographique* (*Lumière électrique*, janvier 1894).

(³) Cf. Cornu, *Journal de Physique*, et A. Blondel, *Comptes rendus*, t. 116, 1893, p. 502.

tiquement, au moins égal à 50. Si θ ne présente, par période, qu'un maximum et un minimum, le rapport $\frac{\varepsilon}{\gamma}$ étant supposé petit, l'intégrale générale amorcée à l'instant t_0 deviendra négligeable au bout de l'intervalle de temps (t_0, t_1) voisin de $\frac{T}{2}$. Il en résulte que θ atteindra son maximum au temps t_1 défini par l'équation (3) simplifiée

$$(3') \qquad 0 = -\omega \Sigma n \Gamma_n I_n \sin(n\omega t_1 + \psi_n),$$

et θ conserve cette valeur maximum

$$(4') \qquad \Theta = \Sigma \Gamma_n I_n \cos(n\omega t_1 + \psi_n) - \varepsilon$$

jusqu'à l'époque t_2 déterminée par l'équation (5) précédente.

D'une manière générale, les conditions de synchronisation étant remplies, on s'astreindra à accroître la sensibilité statique γ et à rendre l'angle limite ε le plus petit possible. Cela était réalisé dans l'ancien oscillographe à barreau de fer doux, par l'emploi de pivots très fins montés sur rubis et plongés dans l'huile.

III. Supposons maintenant que l'on ait relevé, avec un tel système dans lequel l'angle ε est assez petit pour qu'on puisse négliger, par rapport à la période T, la durée $(t_2 - t_1)$ des intervalles d'incertitude. On pourra alors développer $\mathrm{D} f\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$ suivant une série représentant des rectangles.

Pour simplifier, reprenons le cas d'un maximum et d'un minimum distants de $\frac{T}{2}$. En convenant de prendre, pour origine des temps, l'époque du minimum de θ, il vient :

$$(8) \qquad \mathrm{D} f\left(\frac{d\theta}{dt}\right) = \frac{4}{\pi} \mathrm{D}\left[\sin \Omega t + \frac{1}{3}\sin 3\Omega t + \ldots + \frac{1}{2p+1}\sin(2p+1)\Omega t + \ldots\right],$$

comme dans le cas des oscillations libres; mais ici, la période est imposée par le couple déviant et l'on a $\Omega = \omega$. Par suite, θ étant de la forme $\theta = \sum_1^\infty \theta_n \cos(n\omega t + \psi_n)$ sera déterminé par l'équation de substitution :

$$(9) \qquad \Sigma(\mathrm{K} n^2\omega^2 - \mathrm{C})\theta_n \cos(n\omega t + \psi_n) - \Sigma \mathrm{A} n\omega\theta_n \sin(n\omega t + \psi_n) + \frac{4}{\pi}\mathrm{D}\Sigma \frac{1}{2p+1}\sin(2p+1)\omega t = \mathrm{G}\Sigma \mathrm{I}_m \cos(m\omega t + \varphi_m).$$

Le terme d'ordre n, par exemple, est défini par les deux équations :

$$(10)\qquad (Kn^2\omega^2 - C)\theta_n \cos\psi_n - An\omega\theta_n \sin\psi_n = GI_n \cos\varphi_n,$$

$$(11)\qquad (Kn^2\omega^2 - C)\theta_n \sin\psi_n + An\omega\theta_n \cos\psi_n + \frac{4}{\pi}\frac{D}{n} = GI_n \sin\varphi_n.$$

Si, en particulier, le couple déviant se réduit au terme fondamental, le couple discontinu créera, dans la loi du mouvement des harmoniques supérieurs, proportionnels au coefficient D,

$$(12)\qquad \theta_n = -\frac{4}{\pi}\frac{D}{n}\frac{1}{\sqrt{(Kn^2\omega^2 - C)^2 + (An\omega)^2}} = \frac{4}{\pi}\frac{\varepsilon}{\gamma}\frac{\Gamma_n}{n},$$

$$(13)\qquad \operatorname{tang}\psi_n = \frac{Kn^2\omega^2 - C}{An\omega}.$$

Les formules (10) et (11) sont applicables, quelle que soit la fonction $\Phi(t)$, pourvu qu'on trouve, dans une période de θ, un maximum et un minimum uniques, distants de $\frac{T}{2}$; sinon, le développement de $Df\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$ sera plus complexe.

Résonance. — Imaginons qu'on accorde, par variation du couple directeur, le système oscillant à la résonance mécanique de l'harmonique d'ordre $n = N$.

Si les autres harmoniques deviennent négligeables [1] grâce à une faible valeur du coefficient A d'amortissement proportionnel à la vitesse, $Df\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$ est encore représenté par la série (8), mais alors $\Omega = N\omega$.

Les équations (10) et (11), dans lesquelles on fait

$$KN^2\omega^2 - C = 0, \qquad \varphi_N = \frac{\pi}{2}, \qquad \psi_N = 0,$$

se réduisent à :

$$(14)\qquad \theta_N = \frac{1}{AN\omega}\left(GI_N - \frac{4}{\pi}D\right).$$

Introduisons l'angle limite d'incertitude ε et la sensibilité statique

---

(1) L'accord du système oscillant, par variation du couple directeur, est, en même temps que l'unique procédé pratique de réglage, la façon la plus heureuse pour réduire au minimum les harmoniques (N − 2) et (N + 2) voisins de celui en résonance comme l'a montré l'un de nous, pour le cas de la résonance électrique. (Cf. A. BLONDEL, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1640.)

D'autre part, on peut toujours réduire l'harmonique fondamental à une valeur aussi petite que l'on veut, par l'emploi de montages appropriés. (Cf. F. CARBENAY, *Bulletin des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité*, mars 1914.)

absolue γ, constantes dont la détermination expérimentale est assez facile; on a finalement

$$\theta_N = \frac{G}{AN\omega}\left(I_N - \frac{4}{\pi}\frac{\varepsilon}{\gamma}\right).$$

Ainsi, l'amplitude à la résonance de l'harmonique de rang N est égale au produit du coefficient bien connu $\frac{G}{AN\omega}$, par l'amplitude maximum de l'intensité de cet harmonique, diminuée, à un facteur près, du rapport de l'angle limite d'incertitude à la sensibilité statique absolue. On voit donc que toutes les fois que le facteur d'amplification $\frac{G}{AN\omega}$ sera assez grand pour rendre négligeables les autres harmoniques, les méthodes d'analyse par résonance seront légitimes, malgré les frottements.

IV. Les remarques qui précèdent sont importantes au point de vue de l'utilisation de nombreux appareils de mesure comportant des frottements, notamment les anciens oscillographes Blondel à barreau de fer doux entre pivots, l'indicateur de Watt, etc.

D'autre part, la méthode de résonance peut servir elle-même à déterminer la constante A une fois qu'on a mesuré G et D par la méthode statique.

Applications en électricité. — On trouve encore en électricité, par la simple transposition indiquée dans notre précédente Note, des applications de ce qui précède.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à désigner un de ses Membres qui devra occuper, dans la 1re Section de la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques* (Section de Médecine et Chirurgie), la place vacante par le décès de M. *Ch. Bouchard*.

M. **A. Bigot**, doyen de la Faculté des Sciences de Caen, fait hommage à l'Académie, au nom de Mme Bigot, petite-fille d'Eudes Deslongchamps, de deux lettres : l'une de La Condamine, l'autre de Godin, relatives à l'expédition envoyée au XVIIIe siècle par l'Académie des Sciences pour la mesure du méridien au Pérou.

M. **P. Pascal** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

MM. **C. Flammarion**, **Ch. Marie** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

ASTRONOMIE. — *Sur la structure du spectre de raies de la couronne solaire.* Note [1] de M. **P. Carrasco**, présentée par M. Bigourdan.

Lors de l'éclipse de Soleil du 21 août 1914 nous avons photographié, dans la couronne, une raie rouge que nous avons indiquée comme la plus remarquable du spectre. Avant l'étude minutieuse de nos clichés du spectre éclair, obtenus dans la même éclipse, nous avons procédé à l'étude théorique de la couronne, dans le but de chercher dans son spectre l'existence de séries de raies.

Dans ses études théoriques sur la couronne, M. Nicholson a remarqué que les raies λ 5303, 4359 et 3534 ont la même différence entre les racines cubiques de leurs longueurs d'onde. Nous avons trouvé que la raie rouge 6374 suit cette loi, car on trouve la série

$$\lambda = (18,5397 - 1,1029\, n)^3$$

qui donne pour valeurs des longueurs d'onde calculées et réduites à l'air ($n = 0, 1, 2, 3, \ldots$)

(1) 6374,2 5303,0 4358,8 3534,3....

En suivant cette voie nous avons trouvé d'autres séries que celles signalées par M. Nicholson, et qui correspondent à diverses raies coronales. Si nous appelons Δ la différence entre les racines cubiques de λ, on a les séries :

(2)	5117	4231	3454	....	$\Delta = 1,059$
(3)	5073	4586	4130	....	0,569
(4)	4779	3987	3288	....	0,987
(5)	4566	4087	3642	3229........	0,602
(6)	3891	3602	3328	(Nicholson)..	0,399
(7)	3801	3628	3461	....	0,240

[1] Séance du 8 novembre 1915.

Ce Tableau comprend les raies les plus remarquables de la couronne, sauf celles de longueurs d'onde 3388 et 3170; mais il y a aussi des séries auxquelles appartiennent ces dernières, ainsi que la raie rouge 6374, savoir :

(1′)	6373,3	4725	3387,9	$\Delta = 1,761$
(1″)	6374	4586	3170	1,926

On peut signaler, ainsi que pour 6374, des groupes de séries qui ont la même raie capitale; par exemple, pour les lignes 4566 et 5073, outre (5) et (3), on a les suivantes :

(5′)	4566	3987	3461	$\Delta = 0,732$
(5″)	4566	3891	3288	0,861
(3′)	5073	4087	3236	1,195
(3″)	5073	4311	3628	0,908

Il y a encore les relations analogues suivantes :

5536	4359	3361			$\Delta = 1,355$
5536	5117	4722	(Nicholson)		0,456
5303	....	4398	3987	3602.........	0,528
5227	4997?	4779	4566	4359.........	0,254
4722	3891	3164......................			1,048
4130	3628	3170......................			0,677
3534	3461	3388......................			0,106

ce qui montre, par la multiplicité des liens entre les raies coronales, l'existence probable de quelque loi inconnue.

Nous avons fait une application à l'atome hypothétique de *protofluor* et, en supposant deux atomes, avec différentes charges électriques, de même variation en *quanta* de l'énergie, on trouve entre les différences des séries (1) et (2) le quotient 1,0421, à peu près le même que nous donne la relation

$$n_2(\nu - \tfrac{1}{4}S_{n_2})^{\frac{2}{3}} : n_1(\nu - \tfrac{1}{4}S_{n_1})^{\frac{2}{3}} = 1,0427$$

pour $n_1 = 6$, $n_2 = 8$, nombre des électrons négatifs, et $\nu = 5$, noyau atomique; c'est-à-dire que les séries (1) et (2), qui comprennent les raies les plus remarquables, correspondraient à une électrisation négative de la couronne, ce qui est présumable. Malheureusement il reste à trouver encore des relations plus générales entre d'aussi nombreuses séries.

Nous donnerons ailleurs des indications plus détaillées.

BALISTIQUE. — *Sur le calcul du temps*. Note de M. **J. Haag**, présentée par M. Appell.

Lorsqu'on a construit une trajectoire par la méthode d'Otto, on calcule généralement le temps employé à la parcourir, en admettant que chaque arc partiel est parcouru d'un mouvement uniforme, de vitesse égale à la moyenne arithmétique des vitesses aux deux extrémités dudit arc. Cela donne lieu à des calculs assez longs. Il me semble plus rapide d'employer la méthode suivante :

Gardons les notations de ma Note du 27 septembre 1915 [1] et posons, pour abréger l'écriture,

$$\lambda = \xi + B.$$

Nous avons

$$gt = \sqrt{A}\int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{\lambda}\cos^2\alpha} = 2\sqrt{A}\int_{\alpha_0}^{\alpha} \cos\alpha \, d(\sqrt{\lambda}). \tag{1}$$

Si l'on pose

$$X' = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \cos\alpha \, d(\sqrt{\lambda}), \tag{2}$$

on a

$$gt = 2\sqrt{A}X'. \tag{3}$$

Or X′ est l'abscisse du point courant d'une courbe (Γ′), d'arc $\sqrt{\lambda}$ et que l'on peut aisément construire par la méthode d'Otto.

Si l'on applique à cette courbe les résultats de ma Note du 2 novembre 1915, on trouve que la partie principale de l'erreur commise par l'emploi de cette méthode, dans le calcul du temps de parcours de l'arc AB, est donnée par la formule

$$\Delta t = -\frac{h^2\sqrt{A}}{12g}\left[\frac{\sin\omega}{\sqrt{\lambda_B}\cos^3\omega} - \frac{\sin\alpha}{\sqrt{\lambda_A}\cos^3\alpha} - X'\right]. \tag{4}$$

On peut enfin établir la formule différentielle qui donne les petites variations de t. Différentiant l'équation (3), nous avons

$$g\,dt = \frac{dA}{\sqrt{A}}X' + \sqrt{A}\left\{\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha}\frac{-d\alpha}{2\lambda\sqrt{\lambda}\cos^2\alpha}\right]dB + \frac{d\alpha}{\sqrt{\lambda}\cos^2\alpha} - \frac{d\alpha_0}{\sqrt{\lambda_0}\cos^2\alpha_0}\right\}. \tag{5}$$

(1) *Comptes rendus*, t. **161**, 1915, p. 379.

Or, d'après ma Note du 27 septembre, on a

$$v^2 \tang\alpha\, d\alpha = v_0^2 \tang\alpha_0\, d\alpha_0 - gy\frac{dA}{A} - AY\,dB;$$

d'où

$$(6)\qquad \frac{d\alpha}{\sqrt{\lambda}\cos^2\alpha} = \frac{\sqrt{\lambda}\cos\alpha\sin\alpha_0\, d\alpha_0}{\lambda_0\sin\alpha\cos^3\alpha_0} - \frac{\sqrt{\lambda}\cos\alpha}{A\sin\alpha}\left(gy\frac{dA}{A} + AY\,dB\right).$$

Posons, d'autre part,

$$(7)\qquad X'' = \int_{\alpha_1}^{\alpha} -\cos\alpha\, d\left(\frac{1}{\sqrt{\lambda}}\right).$$

Cette quantité est l'abscisse du point courant d'une courbe (Γ'') d'arc $-\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$, facile à construire par la méthode d'Otto.

Moyennant (6) et (7), la formule (5) devient

$$(8)\qquad g\,dt = \frac{dA}{\sqrt{A}}\left(X' - gy\frac{\sqrt{\lambda}}{A}\cot\alpha\right) - \sqrt{A}(X'' + Y\sqrt{\lambda}\cot\alpha)\,dB + \sqrt{A}\,\frac{\sqrt{\lambda}\cot\alpha\tang\alpha_0 - \sqrt{\lambda_0}}{\lambda_0\cos^2\alpha_0}\,d\alpha_0.$$

En résumé, on peut calculer tous les éléments importants d'une trajectoire et les formules différentielles correspondantes, par la simple construction de quatre courbes, dont la première est la trajectoire elle-même, et les trois autres (Γ), (Γ'), (Γ'') sont des courbes auxiliaires. Ces quatre courbes ayant pour arcs respectifs, à un facteur près, $\log\lambda$, $\frac{1}{\lambda}$, $\sqrt{\lambda}$, $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$, elles peuvent être construites simultanément par la méthode d'Otto, la construction des quatre exigeant à peine plus de calculs que la construction de la première.

Enfin, on sait évaluer approximativement l'erreur commise sur chacune des quantités qu'on calcule.

ACOUSTIQUE. — *Loi de résonance des corps sonores.* Note de M. **Gabriel Sizes**, présentée par M. Camille Saint-Saëns.

Dans les différentes Notes précédentes insérées dans les *Comptes rendus* de novembre 1907 à avril 1913, j'ai présenté un certain nombre de Tableaux d'échelles d'harmoniques provenant de l'étude expérimentale que j'ai faite

soit avec M. G. Massol, soit personnellement, sur les différentes espèces de corps sonores [1].

Il résulte de cette étude que les corps sonores se classent en quatre catégories différentes :

1° Ceux à *vibration simple*, dont l'échelle ne détermine qu'une seule tonalité musicale; le son prédominant est *en fonction d'octave* du fondamental, ou son 1. Ce sont les corps sonores *fixes ou rigides aux extrémités et vibrants au centre;* tels les cordes, les gongs, timbales, tambours, etc.

2° Ceux *à vibration binaire*, donnant deux tonalités différentes; celle de l'échelle partielle supérieure est dans un rapport d'octave de quinte de la fondamentale; le son prédominant est *en fonction* de son 6, ou l'une de ses octaves. Ces corps sonores sont de deux ordres : (A), ceux qui sont *fermés ou fixes à l'une des extrémités et ouverts ou libres de l'autre;* tels les tuyaux droits et les instruments à tube droit, les lames vibrantes et les languettes ou anches; (B), les corps sonores à surface plane ou arrondie, *rigides au centre et vibrant concentriquement;* tels les plaques rondes fixées au milieu, les cymbales et les timbres.

3° Les corps *à vibration binaire variable*, tels les tuyaux et les instruments à anche et à pavillon, les instruments à tube en cuivre et à pavillon, et les cloches [2]. Par analogie avec ce qui se passe dans les différentes échelles partielles entre elles des trompettes, cors et trombones, par rapport à la fonction particulière des sons de l'échelle générale : *la fonction du son prédominant varie d'après la forme et l'importance du pavillon du corps sonore.* Dans le cas des cloches, elle passe de la *fonction* de son 4, pour les grosses, à celle de son 6 et de son 9 pour les moyennes. Elle paraît suivre cette progression de quinte en quinte en montant, en allant des grandes vers de plus petites.

4° Les corps *à vibration ternaire*, tels les diapasons à branches longues et minces. Ils vibrent trois échelles différentes : (A) *l'échelle fondamentale inférieure*, qui se manifeste par *les oscillations parallèles et tournantes* de l'extrémité libre des branches; (B) l'échelle partielle du son prédominant, ou *échelle supérieure*, qui se manifeste du premier tiers environ de la longueur des branches à la base; sa tonalité est à une octave supérieure de quinte de celle de la fondamentale; par conséquent, le son prédominant est *en fonction* de son 6, comme dans les deux catégories précédentes; (C) *l'échelle médiane*, produite par les *oscillations perpendiculaires* des

---

(1) Ces échelles d'harmoniques ne sont formées que de sons partiels coexistants au son *prédominant* du corps sonore étudié. Le son *prédominant* est celui que les physiciens ont dénommé *fondamental* avant la découverte de l'existence réelle de sons incomparablement plus graves que lui, et que l'élément constitutif de ce son contient en soi (voir la deuxième Note, *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 24).

(2) Les plaques vibrantes carrées ou rectangulaires, frappées au centre, se classent aussi dans cette catégorie. Le rapport des deux échelles varie selon la forme de la plaque.

branches. La tonalité de cette dernière varie selon le *rapport d'épaisseur* des branches.

Quel que soit le nombre des *échelles partielles* et le rapport qu'elles ont entre elles, tous les harmoniques produits par un corps sonore quelconque sont des multiples entiers *du véritable son fondamental*, ou son 1 de l'*échelle générale* de ce corps.

En réalité, notre oreille ne perçoit généralement *que le son prédominant*; sauf le cas des cordes vibrantes, le piano en particulier, où l'on peut percevoir facilement les quatre premiers harmoniques impairs *de l'échelle partielle supérieure*. Les bons violons, certains tuyaux de *gambe* et les diapasons à branches font entendre fréquemment l'octave grave. Avec les cloches, les timbres et les gongs, on entend distinctement à l'audition simple un certain nombre d'harmoniques inférieurs.

La fondamentale, ou son 1 de l'échelle générale, ne vibre pas à une hauteur moindre de quatre, cinq ou six octaves au-dessous du son prédominant.

Quant aux harmoniques supérieurs, j'ai aussi constaté des séries qui atteignent quatre à six octaves au-dessus. Il s'ensuit : que si le son 1 est la base véritable de la manifestation harmonique de la résonance d'un corps sonore, cette base, qui ne peut être perçue à l'audition simple, est variable par rapport au son prédominant selon la nature du corps observé; la loi qui en découle ne peut donc nous être révélée que par *la fonction* du son prédominant qui en résulte et qui frappe notre organe sensoriel.

En résumé : le son prédominant d'un corps sonore quelconque peut être considéré comme étant le terme médian d'une progression de huit octaves. Conséquemment, son nombre de vibrations égale la racine carrée du produit des nombres de vibrations des octaves extrêmes. Le son fondamental, ou son 1 de l'échelle générale, s'obtient en divisant le premier terme de la progression par le terme numérique simple de la *fonction harmonique* du son prédominant [1].

Cette fonction, variable selon l'espèce de corps sonore, est déterminée à

---

[1] Dans le cas du diapason $ut_0 = 32$ vibrations, les termes extrêmes de la progression de huit octaves sont : $512 \times 2 = 1024$, dont 32 est la racine carrée. Les rapports harmoniques inférieurs assignant à ut_0 *la fonction* de son 6, ce terme devient le diviseur du premier terme de la progression; on a $2 : 6 = 0,333$ vibration, qui égale *fa* — 7, son 1, ou fondamentale de l'échelle générale de ce diapason (voir les Notes précédentes).

l'aide des rapports qu'ont entre eux les harmoniques qui accompagnent le son prédominant et particulièrement de ceux qui sont *en fonction* de son 7 *ou l'un de ses multiples.*

On les obtient par l'inscription des vibrations sur le cylindre d'un chronographe enregistreur, marchant à une vitessse égale *à un tour de cylindre en deux secondes*. Les harmoniques graves s'enregistrent à une vitesse égale *à un tour en dix secondes ;* et les harmoniques aigus *à deux tours en une seconde.* (Voir les Notes précédentes au sujet des méthodes employées pour ces inscriptions.)

En ce qui concerne la manifestation *des sons inférieurs au son prédominant des tuyaux,* Helmholtz l'a décrite à la page 522 de sa *Théorie physiologique de la Musique*, pour expliquer l'existence des sons résultants. Cependant il y a lieu de tenir compte qu'Helmholtz n'a jamais soupçonné l'*existence réelle* des *sons inférieurs* que j'ai démontrés; il appelle *sous-résultants* des sons qui sont de véritables harmoniques inférieurs, *renforcés par la combinaison d'harmoniques plus aigus*. Or, si d'après la théorie exposée par Helmholtz on admet que le point de la masse d'air, où les vibrations d'*un sêul son primaire* sont assez énergiques, devient le centre de nouveaux systèmes d'ondes secondaires, à plus forte raison doit-on admettre, d'après la même théorie et d'*après les inscriptions que j'ai faites de ces vibrations*, que le point de la masse d'air, où les vibrations d'un certain nombre d'harmoniques primaires atteignent simultanément une intensité suffisante, devient le centre de nouveaux systèmes d'ondes secondaires correspondant aux harmoniques inférieurs au son prédominant. Cette thèse est la même que celle qui ressort des observations faites par Tartini, sur son violon vers 1714, et celle que soutinrent, d'une manière plus explicite, Rameau vers 1737, et Romieu, devant l'Académie royale de Montpellier, vers 1752.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les complexes hydroxylammoniés du platine bivalent.* Note (¹) de MM. **L. Tschugaeff** et **I. Tschernjaeff**, présentée par M. A. Haller.

Les dérivés hydroxylammoniés du platine ont été découverts par Lossen et Alexander il y a plus d'une trentaine d'années. Et cependant on est très peu fixé sur la nature de ces composés.

(¹) Séance du 8 novembre 1915.

En reprenant leur étude nous avons réussi à réaliser la série complète $[Pt(NH^2OH)^n(NH^3)^{4-n}]X^2$:

$$[Pt(NH^2OH)^4]X^2, \quad [Pt(NH^2OH)^3NH^3]X^2, \quad \begin{bmatrix} OHNH^2 \cdot\!\!: Pt :\!\!\cdot NH^3 \\ OHNH^2 \cdot\!\!: :\!\!\cdot NH^3 \end{bmatrix} X^2,$$

I. II. III A.

$$\begin{bmatrix} OHNH^2 \cdot\!\!: Pt :\!\!\cdot NH^3 \\ NH^3 \cdot\!\!: :\!\!\cdot NH^2OH \end{bmatrix} X^2,$$

III B.

$$[PtNH^2OH(NH^3)^3]X^2, \quad [Pt(NH^3)^4]X^2,$$

IV. V.

dont on ne connaissait que les termes extrêmes (I et V), ainsi que, quoique très imparfaitement, le terme qui correspond à la formule III B. Nous avons surtout étudié les transformations réciproques de ces composés, dans le but d'en fixer aussi exactement que possible la constitution chimique.

Pour préparer les complexes correspondant aux formules II, III A et IV on peut se servir, comme point de départ, du chlorure de Peyrone. En faisant digérer celui-ci avec l'hydroxylamine, en solution aqueuse, on obtient facilement le composé III A :

$$\begin{matrix} NH^3 \cdot\!\!: \\ NH^3 \cdot\!\!: \end{matrix} Pt \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown Cl \end{matrix} + 2\,NH^2OH = \begin{bmatrix} NH^3 \cdot\!\!: Pt :\!\!\cdot NH^2OH \\ NH^3 \cdot\!\!: :\!\!\cdot NH^2OH \end{bmatrix} Cl^2$$

III A.

qui donne à son tour le complexe mixte VI

$$\begin{matrix} NH^3 \cdot\!\!: \\ Cl \diagup \end{matrix} Pt \begin{matrix} \diagup Cl \\ :\!\!\cdot NH^2OH \end{matrix}$$

VI.

(cristaux jaunes peu solubles dans l'eau froide) par l'action de l'acide chlorhydrique, à la température du bain-marie.

Enfin le composé VI, qui est analogue au chlorure de la base II de Reiset, fixe assez facilement 2^{mol} d'hydroxylamine pour donner le dérivé II, et 2^{mol} d'ammoniaque pour engendrer le terme IV de notre série. Pour réaliser cette dernière réaction il est bon de se servir de l'ammoniaque liquide anhydre et d'opérer en tubes scellés.

D'autre part, les sels correspondant au composé III B de la série se préparent en partant du chlorure de la base II de Reiset par l'action de l'hydroxylamine en solution aqueuse

$$\begin{matrix} NH^3 \cdot\!\!: \\ Cl \diagup \end{matrix} Pt \begin{matrix} \diagup Cl \\ :\!\!\cdot NH^3 \end{matrix} + 2\,NH^2OH = \begin{bmatrix} NH^3 \cdot\!\!: Pt :\!\!\cdot NH^2OH \\ OHNH^2 \cdot\!\!: :\!\!\cdot NH^3 \end{bmatrix} Cl^2.$$

III B.

Le même chlorure IIIB peut être obtenu également en partant du complexe [$Pt\,2(NH^2OH)Cl^3$] qui possède la configuration *trans* et de l'ammoniaque liquide. Le chlorure IIIB donne, avec l'acide chlorhydrique, le chlorure de la base II de Reiset, l'hydroxylamine étant complètement éliminée dans ce cas.

Tous les représentants de la série [$Pt(NH^2OH)^n(NH^3)^{4-n}$]Cl^2 sont des substances parfaitement incolores et plus ou moins solubles dans l'eau. Les atomes de chlore y présentent le caractère d'ions. Les mesures de la conductibilité moléculaire ($t = 25°$, $V = 1000^l$) ont donné des valeurs oscillant entre les limites 240-260, ce qui correspond, comme on sait, exactement aux électrolytes du type ($Pt\,4A)X^2$.

Nous avons caractérisé ces chlorures en préparant les chloroplatinites, les chloropalladites et les picrates correspondants. Parmi ces corps les chloroplatinites sont décidément les plus caractéristiques. On les prépare en précipitant les chlorures par le chloroplatinite de potassium en solution aqueuse. Ceux qui correspondent aux types I, II et III A sont colorés en *rose violacé*, tandis que la couleur des autres (III B, IV et V) est franchement *verte*.

Ainsi les chloroplatinites isomériques III A et III B sont-ils très nettement caractérisés par leur coloration.

Le chlorure [$Pt(NH^3)^3NH^2OH$]Cl^2 donne, par l'action de l'acide chlorhydrique à chaud, le sel bien connu de *Cleve* ($Pt\,3NH^3Cl)Cl$, l'hydroxylamine étant éliminée et substituée par un atome de chlore. Une réaction tout à fait analogue a lieu si l'on chauffe le corps ($PtNH^3.NH^2OHCl^2$) avec de l'acide chlorhydrique, le principal produit étant l'acide de *Cossa* ($PtNH^3Cl^3)H$.

Les détails de ces expériences seront publiés ailleurs.

GÉOLOGIE. — *Le Miocène supérieur dans l'ouest de l'Algérie; couches à* Hipparion *de la Tafna*. Note de M. **Dalloni**, présentée par M. H. Douvillé.

La fin des temps miocènes fut marquée en Algérie, comme dans le reste du bassin méditerranéen, par une régression marine considérable. Si l'on ne peut admettre avec M. Boule [1] que la Méditerranée était, à cette époque, « réduite à quelques grands lacs », puisque le Miocène supérieur

[1] *L'Anthropologie*, t. 17, 1906, p. 280.

est marin dans la vallée du Chelif, il faut cependant reconnaître que, sauf en de rares points où des sédiments de mer profonde se déposèrent sans iuterruption du Tortonien au Plaisancien, les dépôts laissés partout ailleurs sont bien ceux d'une mer qui s'assèche et disparaît, s'ils n'ont pas une origine continentale (¹).

A l'ouest du Chelif, M. Ficheur avait anciennement reconnu le Sahélien fossilifère aux environs de Mascara, où j'ai recueilli moi-même la faune de Carnot dans des marnes bleues riches en Dentales et Pleurotomes avec quelques formes de Mollusques qui paraissent spéciales à l'étage. Mais en se dirigeant plus à l'ouest encore, on n'observe plus que des dépôts de mer de moins en moins profonde; les marnes et calcaires à *Pycnodonta cochlear* Poli, avec lits à tripoli, passent en bordure de la plaine de l'Habra, entre Perrégaux et Saint-Denis-du-Sig, à des assises riches en bivalves littoraux et les intercalations gypseuses prennent dans cette série une importance de plus en plus grande. Dans la région du Sig et d'Oran, le Sahélien n'est plus représenté que par des couches à Brachiopodes, Bryozoaires et Échinides; il n'est plns que faiblement et mal caractérisé au delà.

Dans la vallée inférieure de la Tafna, les assises qui surmontent immédiatement les grès tortoniens à *Ostrea crassissima* (²) présentent un tout autre facies. J'ai pu les étudier à l'ouest d'Aïn Temouchent, dans le pays des Oulad Kralfa, où elles sont constituées par une épaisseur considérable (plus de 100^m) de marnes argileuses rouges, vertes ou jaunes, avec des lits minces de grès calcaire rougeâtre, alternant avec des bancs de poudingue; l'ensemble offre un aspect alluvionnaire où les teintes rutilantes dominent. Les marnes, bourrées de cristaux de gypse, sont riches partout en « hélices dentées » parmi lesquelles abonde *Helix Desoudini* Crosse.

Sur les revers sud du Koudiat et Tine, près de Guiard, se montrent des lumachelles de petits fossiles avec leur test et des ossements. Cette faunule comprend, entre autres formes que les circonstances ne m'ont pas permis de déterminer jusqu'ici, *Hipparion gracile* Kaup (molaires et débris osseux), des Tortues fluviatiles (*Tryonix* sp.) et de marais, des dents de Poissons, des pinces de Crustacés et de nombreux Mollusques : *Helix Desoudini* Crosse, *Helix Jobœ* Bourg., *Planorbis Jobœ* Bourg., *P. Doumerguei* Pallary, *Ceri-*

(¹) M. Brives a montré que, dans le Dahra, la partie supérieure du Sahélieu se présente déjà sous un facies lagunaire ou lacustre (lignites de Marceau, calcaire à Planorbes de Renault).

(²) La partie supérieure du Tortonien offre des couches saumâtres où M. L. Gentil a recueilli *Cerithium pictum* Defr., la région avait donc déjà une tendance à l'émersion.

thium du groupe *doliolum* Br., *C.* aff. *disjunctum* Sow., de petits *Cardium* voisins de *C. plicatum* Eichw., *Ervilia*, etc.

Aussi bien par leur facies lithologique que par leur faune, ces assises correspondent donc au Pontien classique. Sur la feuille de Beni Saf où elles ont été considérées comme marines et attribuées par M. Gentil à l'Helvétien (1), elles supportent des calcaires molassiques, blancs, crayeux, qui couronnent vers le Sud les collines miocènes; mon savant confrère les place dans le Sahélien, mais leur âge pliocène n'est pas douteux en raison de leur superposition au Pontien et de leur faune très caractéristique qui offre notamment *Pecten Jacobæus* L., *Aequipecten scabrellus* Lamk., *Manupecten pes felis* L., *Ostrea lamellosa* Br., etc. (2). Un affaissement marqué de la région a donc permis à la mer pliocène de s'étendre transgressivement sur la zone des lagunes pontiennes.

On pensait jusqu'ici que les limons à *Hipparion*, reconnus sur une grande partie du pourtour du bassin méditerranéen, n'existaient plus à l'ouest des plateaux constantinois, où ils auraient été remplacés par les couches marines de Sahélien; leur développement dans la basse Tafna montre que les lagunes pontiennes s'étendaient largement au seuil de la Méditerranée occidentale, qui se présente également de ce côté comme une mer fermée (3).

D'autre part, il faut admetre que, si l'Europe a reçu sans conteste de l'Asie les premiers *Hipparion* (4), ceux-ci s'étaient répandus à la même époque sur tout le nord de l'Afrique; si leur arrivée s'est produite par l'Orient et, peut-être, par l'est de la Berbérie et la Sicile, elle a dû se faire également par l'isthme de Gibraltar; au delà une série de gisements jalonne, dans la péninsule ibérique, la route suivie par l'émigration des *Hipparion* vers l'Europe occidentale.

---

(1) Carte géographique de l'Algérie, feuille au $\frac{1}{50000}$ de *Beni Saf*, 1900. Dans l'*Esquisse stratigraphique du bassin de la Tafna* (1902), M. Gentil a classé dans l'Helvétien les couches à *Helix Desoudini* de l'oued Zitoun au sud du bassin, et dans le Tortonien les marnes à *Helix Semperi* du Dj. Adjar, anciennement signalées par Bleicher et par Baills.

(2) Pomel avait déjà considéré ces calcaires comme pliocènes.

(3) Aucune faune incontestablement sahélienne n'a été citée jusqu'ici, démontrant la persistance, pendant le Miocène supérieur, du détroit sud-rifain; les couches fossilifères très transgressives, décrites par M. L. Gentil entre la frontière algérienne et la Mlouya (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 293), fort éloignées, d'ailleurs, du seuil de Taza, relèvent pour moi du Tortonien.

(4) C. Depéret, *Les transformations du monde animal*, 1907.

GÉOLOGIE. — *Sur les lignites de Bidart-Biarritz.*
Note de M. **P.-W. Stuart-Menteath**, présentée par M. H. Douvillé.

M. Welsch, dans une Communication en date du 27 septembre, a signalé dans ces lignites une faune considérée comme pliocène; il y a 40 ans ces lignites étaient placés dans le sable des Landes considéré comme pliocène; ils renferment des silex taillés, et dans un de ses traités Hamy les donnait comme un premier exemple de l'homme pliocène.

En 1878, j'ai présenté à la Société Ramond une description et une coupe détaillée de ce gisement; un résumé a été inséré dans le *Bulletin* de cette Société, mais une confusion a été faite entre le lignite de Mouligna décrit par Jacquot comme *bois fossile moderne*, et celui de Bidart attribué par le même auteur au Pliocène; j'ai dû faire rétablir le texte de mon manuscrit. Ces travaux déjà un peu anciens paraissent avoir échappé aux nouveaux observateurs.

Le lignite de Mouligna et Chabiague a présenté de nombreux silex taillés, mélangés à des fragments de charbon et de poterie ordinaire; ces éclats, soumis à des experts des musées de Londres, n'ont rien présenté de caractéristique; A. Détroyat, qui a fait connaître ce gisement, y avait découvert un percuteur paraissant bien authentique. Le lignite est uniquement recouvert par le sable des dunes et par des produits de ruissellement; il repose sur une argile noire renfermant les mêmes coquilles fluviatiles que celles qui se présentent dans les estuaires du voisinage. Des lignites identiques occupent le fond des vallées de la Nive et de l'Adour jusqu'à Pau; ils sont intercalés dans les dépôts les plus récents.

Le lignite de Bidart, bien que plus ancien d'après ma description détaillée, est superposé à une couche de gravier remaniée, dérivée du puissant dépôt du Diluvium glaciaire qui est sous-jacent, et se relie en continuité avec celui des terrasses les plus élevées. J'ai pu dégager de ce Diluvium, à la tuilerie d'Arrounts, une dent d'*Elephas primigenius* parfaitement conservée. Le sable qui recouvre ce lignite est attribué au sable des Landes, et cette formation n'est pas non plus pliocène, puisque M. Linder y a découvert ce même éléphant.

Dans la grande tuilerie de la Négresse, de Biarritz, on emploie une argile rouge qui se présente en lentilles dans le sable et que j'ai considérée comme un produit du lavage de la surface du Diluvium. On emploie en

outre d'autres argiles provenant principalement de la décomposition des affleurements du Danien et parfois imprégnées de sel et de gypse. La première de ces argiles est un peu représentée dans le sable qui recouvre le lignite de Bidart, mais on en retrouve des morceaux roulés au milieu des cailloux sur lesquels le lignite repose; il faut donc regarder ces lambeaux dans le sable comme le résultat de lavages récents et accidentels sur la pente escarpée des bords élevés de la vallée. Prestwich a confirmé l'âge récent de tous ces dépôts. Les traces de sel et de gypse ont fait confondre quelquefois ces argiles avec le Trias, mais ces éléments sont abondants dans le Crétacé d'Ahetze.

D'après des estimations sérieuses, les roches ébouleuses de Bidart ont dû reculer de plusieurs centaines de mètres depuis les temps préhistoriques. Le lignite visible représente une partie rongée de la longue vallée plate et marécageuse de Bidart. Le remplissage des fonds par le Diluvium, qui monte à plus de 50^{m} au-dessus du niveau du lignite, est un des indices des changements de niveau qui se sont opérés depuis le creusement pliocène des vallées. Je pense avec M. Welsch (et mes observations sont bien d'accord avec toutes celles qui ont été faites par ce géologue) qu'il n'existe aucune preuve de mouvements du sol postérieurs au dépôt de ces lignites, et je ne pourrais comprendre qu'ils aient pu traverser la période glaciaire sans éprouver de modifications. Leur situation sur la surface du Diluvium glaciaire montre bien, comme je l'ai indiqué plus haut, que leur dépôt s'est effectué dans une période plus récente.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *Techniques nouvelles pour l'électrodiagnostic.* Note de M. Louis Lapicque, présentée par M. Dastre.

En présence du grand nombre de blessures nerveuses que nous avons actuellement à soigner, j'ai cherché si les progrès accomplis depuis une quinzaine d'années en électrophysiologie ne pouvaient pas donner quelques éléments pratiques d'amélioration dans l'électrodiagnostic et l'électrothérapeutique.

1° *Chronaximétrie.* — J'ai d'abord réalisé un *chronaximètre clinique*, qui, facile à intercaler dans les installations médicales usuelles, fournit, par une manœuvre simple et une lecture directe, la constante de temps de l'excitabilité. Fixant ainsi par un chiffre, par une mesure objective et sans ambi-

guïté, l'état d'une excitabilité au moment de l'examen, la chronaximétrie doit plus sûrement et plus rapidement faire saisir l'évolution d'une lésion, déterminer l'opportunité, puis l'efficacité d'une intervention. J'ai constaté qu'entre l'état normal et la dégénérescence confirmée, la chronaxie varie de 1 à 50 et davantage. Ce ne sont donc pas les nuances intermédiaires qui manquent. Les procédés actuels laissaient seulement apprécier de larges différences.

Il a été tenté de faire des mesures indirectes de la chronaxie dans les cas pathologiques, soit par les condensateurs (Cluzet, Doumer), soit par la bobine d'induction (Bourguignon, Laugier). Ces procédés laborieux et qui donnent seulement un indice de vitesse après un calcul ne semblent pas en train de passer dans la pratique. Le courant galvanique de durée limitée et réglable paraît seul répondre aux besoins. L'appareil que j'ai construit est un rhéotome mécanique rotatif; le mouvement lui est communiqué par un poids assez lourd qui tombe d'une petite hauteur et entraîne un arbre léger par un fil enroulé sur une poulie à rayon décroissant; une aiguille fixée perpendiculairement sur cet arbre décrit ainsi un cercle avec une vitesse croissant comme le carré du temps; j'ai de cette manière obtenu à la fin du premier tour, seul utilisable, un angle de 7° à 8° par millième de seconde. Deux interrupteurs spécialement construits et manœuvrés successivement par le passage de l'aiguille donnent avec clarté et sécurité (comme l'a montré l'expérience) des durées de courant réglables depuis une fraction de millième de seconde jusqu'à un dixième de seconde.

Cet appareil ne prétend point à la rigueur d'un appareil de physique, mais il atteint, je crois, la simplicité et la commodité de manœuvre que je m'étais données pour but.

Il permet de mesurer rapidement, en temps absolu et sans avoir à tenir compte de la résistance de la peau, les chronaxies pathologiques qui, de la normale égale à $\frac{2}{10000}$ de seconde environ, s'élèvent jusqu'à $\frac{1}{100}$ et davantage.

2° *Excitation sélective par les courants progressifs.* — Un centième de seconde, c'est la chronaxie du pied de l'escargot. Le muscle humain *dégénéré* a-t-il entièrement l'excitabilité de ce muscle d'invertébré naturellement lent? Dans ce cas, il doit, à l'inverse du muscle normal, être à peu près indifférent aux retards dans l'établissement du courant.

La nécessité de la *brusquerie* du courant reconnue depuis plus d'un siècle (Ritter) a été considérée à tort comme absolue (Du Bois Reymond); elle n'est que relative (Fick). En 1907-1908, j'ai repris cette question oubliée, et j'ai montré que, si un courant atteint progressivement son intensité constante, la diminution d'efficacité qui résulte de ce retard est d'autant plus petite que la chronaxie est plus grande. Keith Lucas arrivait indépen-

damment aux mêmes constatations. Plus tard, j'ai pu faire rentrer cette relation dans la conception générale de l'excitation électrique.

J'ai fait l'expérience de la manière suivante :

J'ai intercalé dans le circuit d'excitation une résistance (sans self) de 2000$^{\omega}$ environ (pratiquement une lampe en charbon de 5 bougies sur 220 volts), puis entre cette résistance et le sujet, j'ai placé en dérivation une série de condensateurs à grande capacité, de 2 à 30 microfarads (condensateurs industriels de 2 microfarads pour téléphone). Si l'on ferme, puis si l'on ouvre le circuit entre la pile et les condensateurs, le courant qui passe par le sujet s'établit et s'annule progressivement. Appelons R la résistance additionnelle, S la résistance du sujet, V la différence de potentiel, C la capacité en dérivation; l'intensité i du courant qui s'établit au moment de la fermeture est, en fonction du temps t,

$$i = \frac{V}{R+S}\left(1 - e^{-t\frac{R+S}{RSC}}\right).$$

S est généralement inconnu et d'ailleurs fortement variable au cours même de l'expérience; il suffit de savoir qu'il est de l'ordre de quelques unités 10^3. Un condensateur de 2 microfarads, placé en dérivation, fait que le courand met environ 3 millièmes de seconde à atteindre les 95 centièmes de son intensité constante.

Sur un muscle ou un nerf normal, quand on est au seuil ou peu au-dessus, ce retard supprime totalement l'efficacité du courant galvanique. Avec un muscle franchement dégénéré, le retard 15 fois plus grand produit par l'introduction de 30 microfarads ne change rien à l'efficacité.

La connaissance de ce phénomène offre une grande commodité dans les cas les plus ordinaires de l'électrodiagnostic. Soit par exemple une paralysie radiale. Quand on cherche, par les procédés actuels, à exciter les extenseurs dégénérés, avec l'électrode appliquée sur la face dorsale de l'avant-bras, on provoque le plus souvent de fortes contractions des fléchisseurs, situés de l'autre côté du membre et atteints par diffusion, mais plus excitables; il faut démêler, dans le mouvement complexe, l'extension plus faible et perceptible seulement parce qu'elle est plus lente. Avec 20 microfarads en dérivation, l'action des fléchisseurs disparaît totalement et la contraction des extenseurs apparaît seule, avec toute son ampleur et ses caractères.

Dans les cas où les muscles sains et les muscles malades sont intriqués davantage, s'il faut que le courant traverse le muscle sain pour atteindre le muscle malade, on voit l'avantage de ce dispositif qui permet d'atteindre sélectivement l'un ou l'autre.

En électrothérapeutique, ce dispositif présentera l'avantage de faire travailler seuls les muscles enervés justiciables du traitement.

Enfin la considération de la capacité nécessaire pour arrêter, *au seuil*, l'efficacité du courant galvanique permet de déceler de légères altérations de l'excitabilité.

MÉDECINE. — *Nouvelles recherches sur le typhus exanthématique* (*Conservation et siège du virus. Typhus du lapin, etc.*). Note de MM. **Charles Nicolle** et **Ludovic Blaizot**, présentée par M. Laveran.

On entretient à l'Institut Pasteur de Tunis, depuis un an et demi, deux virus exanthématiques au moyen de passages par animaux. Le premier de ces virus (A), isolé le 30 avril 1914, a déjà réalisé 50 passages par singes, poux ou cobayes, les 24 derniers sur ce seul animal; le second (B), du 25 mai 1914, sauf un premier passage par singe, n'a été conservé que sur cobayes; il en est à son 46e passage par cet animal.

Nous conseillons pour la conservation du virus : comme animal le cobaye, comme voie la cavité péritonéale et comme matériel le sang prélevé par ponction cardiaque. Il est nécessaire d'en inoculer 2^{cm^3} à 3^{cm^3}.

Nos virus de passage nous ont permis de réaliser quelques progrès nouveaux dans l'étude du typhus :

Virulence. — L'activité des virus pour le *cobaye* ne s'est pas modifiée par les passages. Chez lui, la maladie se résume toujours dans une fièvre, appréciable seulement au thermomètre et suivie d'un amaigrissement léger; les animaux sacrifiés en pleine infection montrent une hypertrophie et un ramollissement des capsules surrénales et de la rate. — La virulence semble avoir augmenté pour le *singe*. Sur 7 singes, inoculés avec le virus B à ses 9e, 16e, 21e, 34e et 42e passages (trois animaux pour ce dernier), tous (3 bonnets chinois, 1 magot, 3 *rhesus*) ont contracté le typhus et 4 en sont morts (2 bonnets, le magot, 1 *rhesus*). Le virus A, à son 42e passage total (16e par cobaye), a infecté un *cynomolgus*.

Siège du virus. — Des expériences antérieures, pratiquées à l'Institut Pasteur de Tunis, avaient permis de reconnaître la virulence au cours du typhus des deux produits : sang (homme, singe, cobaye-sang entier, défibriné, globules blancs) et rate (singe, cobaye); par contre, on avait noté

la non-virulence du liquide céphalo-rachidien et des globules rouges lavés (homme). Nos expériences nouvelles, pratiquées avec le seul matériel de cobaye, nous ont montré que, chez cet animal, *tous les organes sont virulents, pendant la fièvre, même après qu'un lavage prolongé des vaisseaux à l'eau physiologique en a chassé tout le sang :* rate, capsules surrénales, moelle des os, cerveau, rein, glandes salivaires et pancréas, foie, muscle, paroi intestinale. Le microbe inconnu du typhus est donc répandu dans tout l'organisme infecté.

Une plus grande virulence semble appartenir au sang pendant les deux premiers jours, puis aux organes vers le troisième (capsules surrénales, cerveau principalement).

Conservation du virus. — *A la glacière*, la conservation de la virulence du sang entier (singe) après 24 heures nous était connue. Nous avons constaté que le sang défibriné de cobaye, incorporé au milieu eau physiologique 2, gélatine 1, demeurait virulent après 2, 4 et 6 jours; un cerveau de cobaye, enrobé dans le même milieu, est resté actif 2 et 4 jours; le même organe, immergé dans le sérum stérile et inactivé (à 56°) de cheval, était encore actif après 2 jours. Dans la glycérine, au contraire, la virulence disparaît dans ce même temps. — *A l'étuve* (37°), conservation au moins pendant 2 jours de la virulence du cerveau immergé dans le même sérum de cheval. (Il ne s'agit pas ici de culture, les conditions de la méthode Noguchi n'ayant pas été remplies et nous réservons à plus tard l'exposé de nos essais dans cette voie.)

Typhus expérimental du lapin. — Ni dans les expériences tunisiennes antérieures, ni dans celles des auteurs, il n'avait été possible de reproduire le typhus chez le lapin. Nous y sommes parvenus par l'emploi de notre virus de passage et en modifiant la voie d'inoculation. Ces facteurs ont eu sans doute l'influence principale; il est possible que les résultats négatifs anciens (même les nôtres) aient eu pour raison une observation thermométrique trop brève.

Nous avons réalisé l'infection du lapin dans deux séries d'expériences dont nous ne relaterons que la plus longue :

Premier passage. Le lapin A reçoit dans la veine 2^{cm^3} d'une émulsion fine des capsules surrénales d'un cobaye du 36e passage (virus B); incubation 21 jours. — *Deuxième passage.* Ce lapin est sacrifié le 3e jour de la fièvre; avec son sang (5^{cm^3}), on inocule par voie péritonéale le lapin B et un cobaye. Incubation 23 jours chez le

lapin, 17 jours chez le cobaye. — *Troisième passage.* Le virus du lapin B est inoculé à quatre animaux qui reçoivent : les lapins C et D le sang par voie veineuse, le lapin E et un cobaye une émulsion des capsules surrénales par voie veineuse (lapin) ou péritonéale (cobaye). Incubation : lapins C et D, 33 et 34 jours; cobaye, 14 jours; lapin E, 5 jours. — *Quatrième passage.* Il a été réalisé avec le sang du lapin C au lapin F (voie veineuse, incubation 6 jours) et celui du lapin E au lapin G (voie péritonéale, incubation 26 jours).

Nous n'avons pu pousser plus loin ces passages; une pasteurellose ayant sévi sur certains lapins, tous ont été sacrifiés.

Comme celui du cobaye, le typhus du lapin se traduit seulement par une élévation thermique; la voie veineuse paraît chez cet animal celle de choix et l'emploi des émulsions d'organes (capsules surrénales) préférable à celui du sang.

Durée de l'incubation. — Alors que, dans les conditions ordinaires des passages de cobaye à cobaye, l'incubation du typhus est en général assez courte (5 à 10 jours), le typhus expérimental du lapin nous apporte l'exemple de longues incubations (jusqu'à 34 jours dans un cas). De tels faits avaient été déjà notés à l'Institut Pasteur de Tunis, en particulier lors des premières expériences de transmission de la maladie au singe par les poux.

Une règle pratique doit en être tirée: elle indique la *nécessité de prendre la température des animaux en incubation de typhus pendant 45 jours au moins.* Les faits négatifs, apportés par les auteurs qui ont négligé une observation thermométrique aussi longue (et aucun, sauf nous, ne semble l'avoir employée) n'ont donc ni signification ni valeur.

Virulence en dehors de la fièvre. — Sur un lot de cobayes, inoculés dans les mêmes conditions, il en est parfois qui n'offrent pas d'élévation thermique et dont le sang, prélevé au moment où les témoins réagissent, se montre cependant virulent.

Nous en citerons deux nouveaux exemples, chez des cobayes apyrétiques, aux 16e et 17e jours après l'inoculation. Un singe, mort en incubation de typhus, 48 heures avant l'apparition de la fièvre chez deux autres singes témoins, présentait déjà un sang virulent.

Principales données acquises par ces expériences. — 1° Il est possible de conserver indéfiniment le virus exanthématique par passages sur cobayes; 2° Pendant la fièvre, le microbe inconnu du typhus est présent dans tous

les organes, même débarrassés de sang; 3° Le virus résiste à la glacière 6 jours au moins et 2 jours à l'étuve; 4° Le lapin est sensible; 5° Il est nécessaire de prendre la température des animaux en incubation de typhus pendant au moins 45 jours.

HISTOLOGIE. — *Sur les terminaisons du nerf acoustique.* Note [1] de M. E. VASTICAR, présentée par M. Henneguy.

Il est généralement admis que les filaments du nerf acoustique se terminent par de petits renflements olivaires venant simplement en contact avec la surface extérieure de l'extrémité profonde de la cellule auditive. Sans être absolue, une disposition de ce genre se rencontre assez fréquemment, mais n'est, à mon sens, qu'un des modes de terminaison *apparente* du nerf acoustique. Quels que puissent être les aspects de ces terminaisons, je constate que le trajet du filament nerveux ne reste pas limité à la surface extérieure de la cellule ; il se poursuit au delà par les canalicules du corps exoplasmique [2] pour atteindre le noyau, soit directement, soit par l'intermédiaire de corpuscules particuliers situés dans l'espace sous-nucléaire.

Ce dernier mode de terminaison offre diverses variétés :

I. Le corpuscule intra-cellulaire est unique.

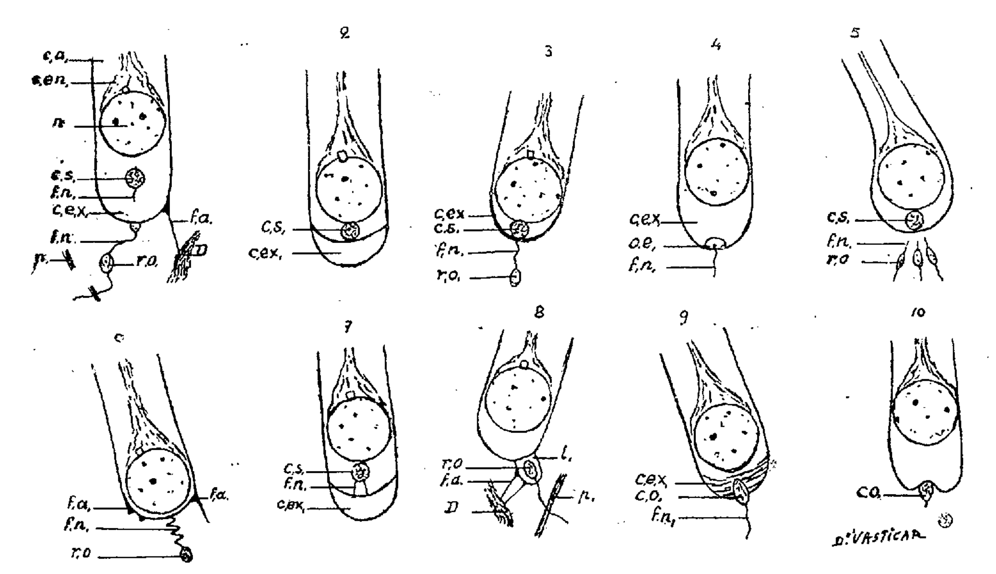
a. Il est sphérique (corpuscule *énigmatique* de certains auteurs) et *isolé* (*c. s.*, *fig.* 1) dans l'espace compris entre le noyau et le corps exoplasmique dont le développement est variable (*c. ex.*, *fig.* 1). Son diamètre égale le quart ou le cinquième environ de celui du noyau. De son pôle inférieur se détache une fibrille nerveuse très déliée, à peine ondulée, qui est bien mise en évidence par le procédé de coloration vitale au bleu de méthylène (*f. n.*, *fig.* 1). Elle n'est visible dans cette figure que sur une partie de son trajet intra-cellulaire, la partie inférieure restant marquée par l'opacité du corps exoplasmique dans le canal central duquel elle est engagée. A sa sortie de la cellule, qui est ici une cellule de la première rangée, elle prend une forme hélicoïdale plus ou moins régulière et se dirige en bas et en dedans pour gagner le tunnel par les espaces interpiliaires. Au cours de son trajet extra-cellulaire elle présente un petit renflement ovoïde (*r. o.*, *fig.* 1) situé à une certaine distance de l'extrémité de la cellule et de même colo-

(1) Séance du 15 novembre 1915.

(2) *Sur la structure de la cellule auditive* (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 501).

ration que la fibrille elle-même. A son point d'émergence du canal central existe un petit épaississement hémisphérique de nature fort probablement neuroplasmique que je distingue de certaines formations coniques ou pyramidales, adhérentes par leur base à l'enveloppe cellulaire, qui sont les points d'attache de filaments d'origine conjonctive. Ceux-ci sont plus épais, plus rectilignes, plus colorés, et relient la pellicule cellulaire soit aux Deiters voisines soit à d'autres parties de l'organe (*f. a.*, *fig.* 1).

Le corpuscule sphérique est souvent *tangent simultanément au noyau et*



ABRÉVIATIONS. — *c. a.*, cellule auditive externe du Lapin (1re rangée); *c. en.*, corps endoplasmique; *c. ex.*, corps exoplasmique; *c. o.*, corpuscule ovoïde; *c. s.*, corpuscule sphérique; D., cellule de Deiters; *f. a.*, filament d'attache; *f. n.*, fibrille nerveuse; *l.*, logette; *n.*, noyau de la cellule auditive; *o. e.*, orifice externe du canal central du corps exoplasmique; *p.*, pilier externe de Corti; *r. o.*, renflement ovoïde du filament nerveux efférent.

au corps exoplasmique (*c. s.*, *fig.* 2, 3). Sur la figure 2, le corps exoplasmique est assez développé (*c. ex.*, *fig.* 2) et la largeur comprise entre le centre de ce corps et le pôle inférieur du noyau est occupée par le corpuscule sphérique. La fibrille nerveuse intra-cellulaire, totalement engagée dans le canal central, n'est plus visible. Son prolongement extra-cellulaire a disparu au cours des manipulations.

Sur la figure 3, le corps exoplasmique est très réduit et simplement indiqué par un épaississement de la paroi cellulaire (*c. ex.*, *fig.* 3). Le corpuscule sphérique est encore tangent à ce dernier ainsi qu'au noyau (*c. s.*, *fig.* 3). La fibrille émergente hélicoïdale porte également un ren-

flement ovoïde (*r. o.*, *fig.* 3) et se détache d'un point de l'enveloppe correspondant au pôle inférieur du corpuscule. D'après ce qui précède, nul doute qu'existe en cet endroit un canalicule du corps exoplasmique.

La figure 4 montre du reste, sur une autre préparation, l'orifice extérieur du canal central (*o. e.*, *fig.* 4) sous l'aspect d'une ligne circulaire dont le centre est occupé par un point coloré auquel fait suite la fibrille nerveuse extra-cellulaire (*f. n.*, *fig.* 4).

Le corpuscule sphérique donne quelquefois naissance à des fibrilles nerveuses multiples qui, à leur sortie de l'enveloppe, suivent des directions divergentes (*f. n.*, *fig.* 5). Les petits renflements ovoïdes observés sur leur trajet sont groupés à la même hauteur (*r. o.*, *fig.* 5). Les extrémités des fibrilles se trouvant interrompues dans le voisinage immédiat de la cellule il n'est pas possible de savoir si leur traversée de l'enveloppe se fait dans un pertuis unique ou par des canalicules indépendants.

Il peut arriver qu'aucun corpuscule ne soit visible comme sur la figure 6 où le noyau n'est séparé que par une zone circulaire des plus restreintes du corps exoplasmique réduit à une simple ligne de contour un peu plus épaisse de la cellule. Je remarque néanmoins l'existence d'un filament nerveux unique émergeant nettement de l'enveloppe cellulaire; il décrit des tours de spire très réguliers, assez amples et assez serrés, en forme de ressort à boudin (*f. n.*, *fig.* 6). Le petit renflement extérieur est, cette fois, sphérique. Latéralement, à droite, se voit un filament d'attache avec sa base adhérente à l'enveloppe; sur la gauche, des vestiges d'une attache du même genre (*f. a.*, *fig.* 6).

Le corpuscule sphérique est *tangent uniquement au noyau* et séparé du corps exoplasmique par un espace libre au milieu duquel on peut distinguer deux fibrilles nerveuses émanant du corpuscule de deux points différents (*f. n.*, *fig.* 7). Finement colorées, presque rectilignes, elles se dirigent vers le bas en s'écartant visiblement l'une de l'autre. On cesse de les apercevoir au moment de leur traversée du corps exoplasmique ainsi qu'au dehors de la cellule dont elles ont été détachées accidentellement.

Au lieu de flotter librement dans le milieu extra-cellulaire, le petit renflement ovoïde du filament émergent apparaît fréquemment inclus dans une logette appendue à l'extrémité ou sur les parois latérales de l'enveloppe cellulaire qui peut présenter en cet endroit un léger aplatissement (*l.*, *fig.* 8). Elle est soit sphérique, soit irrégulière avec facettes multiples, soit conique à sommet extérieur, soit même cylindrique. Son enveloppe est mince et finement granuleuse d'origine conjonctive probable. Le petit renflement

ovoïde (*r. o.*, *fig.* 8) paraît complètement isolé au milieu de cette logette parfois reliée au segment granuleux de la Deiters correspondante par des filaments d'attache de nature également conjonctive.

b. Il est ovoïde. Il siège dans l'épaisseur même du corps exoplasmique alors très développé dont il occupe le canal central agrandi. Son grand axe a une longueur équivalente à environ la moitié du diamètre du noyau et est orienté dans l'axe de la cellule (*c. o.*, *fig.* 9). Son pôle supérieur dépassant la surface concave du corps exoplasmique vient à proximité de la surface inférieure du noyau; l'inférieur fait, en dehors, une faible saillie de laquelle se détache une fibrille nerveuse unique à tours de spire irréguliers.

La saillie extérieure du corpuscule ovoïde est, parfois, si prononcée que la moitié inférieure de ce dernier fait hernie au dehors (*c. o.*, *fig.* 10). J'observe, dans ce cas, une déformation particulière du segment profond de la cellule qui présente alors une dépression centrale caractéristique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Stérilisation de l'eau par l'acide carbonique sous pression.* Note de M. **H. Colin**, présentée par M. Branly.

Depuis que d'Arsonval ([1]) a proposé l'acide carbonique sous pression comme moyen de stérilisation, un grand nombre d'auteurs ont expérimenté l'action de ce gaz sur le développement des microbes. Malfitano ([2]) a résumé leurs résultats souvent contradictoires dans un travail d'ensemble et repris lui-même l'étude de la question dans des conditions spéciales. La pression s'exerçait dans un récipient d'acier fondu à l'intérieur duquel on introduisait soit des agitateurs secs ou humides contaminés à l'extrémité, soit des bouillons de culture renfermés dans de longues éprouvettes.

J'ai eu la préoccupation de me rapprocher davantage des conditions de la pratique en posant le problème de la façon suivante : *dans quelles circonstances une eau chargée de bacilles peut-elle être stérilisée par l'acide carbonique sous pression?*

Pour convenir à cette étude, un appareil doit présenter une grande résistance et cependant rester assez maniable pour qu'on puisse, par agitation, saturer rapidement le liquide d'acide carbonique; il doit, de plus, se prêter à des prélèvements successifs afin qu'il soit possible de suivre facile-

---

([1]) D'Arsonval, *Stérilisation à froid des liquides organiques par l'acide carbonique liquéfié* (*Arch. de Physiol. norm. path.*, t. 24, p. 374).

([2]) Malfitano, *Sul comportamento dei microorganismi alla azione dei gas compressi*, 1897.

ment, pour une pression donnée, les progrès de la stérilisation en fonction du temps. Le siphon commercial d'eau de Seltz serait cet appareil s'il offrait la résistance nécessaire; mais il supporte à peine 10^{kg}, et, après dissolution du gaz dans l'eau, la pression tombe à 4 ou 5^{atm}. Dans ces conditions, ainsi que différents auteurs (¹) l'ont établi, la stérilisation ne peut être que très imparfaite; tout au plus, quelques bactéries pathogènes, particulièrement fragiles, sont, à la longue, sinon détruites, du moins atténuées.

J'ai fait usage d'un appareil métallique spécial en cuivre embouti argenté, ayant la forme d'un obus, inventé par M. Eslous. Eprouvé au Conservatoire des Arts et Métiers, l'appareil a cédé à 54^{kg} à la brasure du robinet.

L'obus, d'une contenance de 2^l, est rempli de 1^l d'eau de la Vanne puis stérilisé à l'autoclave; après refroidissement, on y introduit 200^{cm^3} environ d'une culture pure en plein développement et l'on met la pression; un manomètre, placé sur l'appareil lui-même, permet de vérifier les indications du détendeur de la bombe à acide carbonique. On agite l'appareil de façon à favoriser la dissolution du gaz, jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu; l'eau est alors saturée d'acide carbonique à la pression indiquée par le manomètre. L'obus est pourvu latéralement d'un robinet terminé par une tétine recourbée qu'on flambe avant chaque ensemencement. On ensemence largement, en introduisant, dans 20^{cm^3} de liquide de culture approprié, environ 1^{cm^3} du contenu de l'appareil; les matras de culture sont placés à l'étuve à 37° et l'on suit le développement.

Je n'ai pas dépassé jusqu'alors la pression de 25^{kg}. Je donne le Tableau détaillé de mes essais sur le bacille d'Eberth, me bornant, pour les autres espèces, à faire connaître les résultats.

B. typhosus. — Bacille d'Eberth typique, de virulence affaiblie; les cultures successives sont vérifiées par l'agglutination au moyen d'un sérum spécifique.

Saturation sous 10^{kg}, 15^{kg}, 20^{kg} *et* 25^{kg}.

Temps.	Résultat sous 10^{kg}.	Temps.	Résultat sous 15^{kg}.
1 heure.....	développement	1 heure.....	développement
5 heures....	»	2 heures....	»
10 »	»	4 »	»
15 »	»	8 »	»
20 »	»	20 »	aucun développement

(¹) Abba, *Studio delle acque gazzose...* (*Rivista d'Igiene e Sanità pubblica*, anno 11, 1895).

Temps.	Résultat sous 20^{kg}.	Temps.	Résultat sous 25^{kg}.
1 heure.....	développement	30 minutes...	développement
1 heure 30 m.	»	1 heure.....	»
2 heures....	»	2 heures....	»
3 »	»	3 »	aucun développement
9 »	aucun développement	6 »	»

Pour stériliser de l'eau chargée de bacilles d'Eberth, il faut donc plus de 20 heures sous 10^{kg} de pression, plus de 8 heures et moins de 20 à 15^{kg}, plus de 3 heures et moins de 9 à 20^{kg}, de 3 à 6 heures à 25^{kg}.

B. coli communis. — Sous 25^{kg} de pression, le bacille résiste pendant plus de 5 jours; les cultures obtenues au bout de ce temps, comparées aux témoins, offrent toutefois un retard sérieux et un développement moindre. Il s'agit d'un bacille bien caractérisé, donnant de l'indol dans les cultures et faisant fermenter le lactose.

B. dysenteriæ. — Le bacille de Shiga est détruit en moins de 15 heures à 15^{kg} et moins de 6 heures à 20^{kg}. Le microbe expérimenté tuait le cobaye en 36 heures à la dose de 5^{cm^3}, en injection sous-cutanée.

B. choleræ. — L'eau enrichie de spirilles du choléra et saturée d'acide carbonique sous 10^{atm} se trouve stérilisée en moins de 10 heures.

B. pyocyaneus. — Soumis à une pression de 18^{kg}, le bacille du pus bleu conserve durant les premières heures sa vitalité et sa faculté de pigmenter les cultures; au bout de 24 heures les développements sont maigres et après 48 heures, la stérilisation est parfaite.

B. diphteriæ. — Aux pressions de 10, 15, 20 atmosphères, j'ai obtenu la stérilisation respectivement après 24, 9, 3 heures; à 25^{kg}, le résultat est presque instantané.

B. subtilis. — Traité à 25^{kg}, pendant 4 jours, le bacille subtil sporulé fournit encore des cultures comparables aux témoins.

Eau de Seine. — Les bactéries de la putréfaction contenues en grand

nombre dans l'eau stagnante résistent assez longtemps aux pressions inférieures à 20^{atm}; à 25^{kg}, après quelques heures, on n'obtient plus dans les cultures que le voile caractéristique du bacille subtil; le liquide reste limpide et n'exhale plus d'odeur de putréfaction.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES D'OCTOBRE 1915.

L'histoire des Sciences et les prétentions de la Science allemande, par M. ÉMILE PICARD, de l'Académie des Sciences. Paris, Perrin et Cie, 1914-1915; ouvrage de la collection des Études « *Pour la Vérité* », publiées sous le patronage des Secrétaires perpétuels des cinq Académies; 1 fasc. in-16. (Hommage de l'auteur.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. LECOMTE, t. IV, fasc. 3 : *Boraginacées et Convolvulacées*, par GAGNEPAIN et COURCHET; *Hydrophyllacées*, par PAUL DANGUY; *Solanacées*, par G. BONATI. Paris, Masson et Cie, 1915; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Le Système du Monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic, par PIERRE DUHEM, Membre de l'Institut, t. III. Paris, Hermann et fils, 1915; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par M. A. ANGOT. Année 1911, fasc. III : *Pluies;* année 1912, fasc. II : *Observations*. Paris, Gauthier-Villars, 1914; 2 vol. grand in-4°.

Le pétrole dans l'Indo-Chine française. Indices de l'existence de gisements d'hydrocarbures, par M. PAUL DURANDIN. Paris, Imprimerie nationale, 1914; 1 fasc. in-8°.

Le pétrole en France. Indices de l'existence de gisements d'hydrocarbures, par M. PAUL DURANDIN. Paris, Masson et Cie, 1914; 1 fasc. in-8°.

Notice sur le Filet-Barrage, de L. MOUSNIER-LOMPRÉ. Paris, A. GENTIL, sans date; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, t. LXVIII. Bordeaux, A. Saugnac et Cie, 1914; 1 vol. in-8°.

Is Venus inhabited? by C.-E. HOUSDEN. London, Longmans, Green and C°, 1915; 1 fasc. iu-16.

Papers from the geological department Glasgow University, t. I, 1914. Glasgow, James Maclehose and Sons, 1915; 1 vol. in-8°.

Iowa Geological Survey, t. XXIII; *Annual Report*, 1912, with accompanying papers. Iowa, Des Moines, 1914; 1 vol. in-4°.

Folleto relativo al Trazado extratabular de las curvas circulares, por Don AMÓS LOZA Y MERÁS. Oviedo, Gutenberg, 1915; 1 fasc. in-12.

Anales del Museo national de Historia natural de Buenos Aires. — Indices de los Tomos I-XX (1864-1911). — Tomo XXVI. Buenos Aires, Hermanos, 1914-1915; 2 vol. in-4°.

Observatorio astronomico de Madrid. *Eclipse de sol del* 17 *de abril de* 1912. Trabajos de la Comision oficial encargada de su observación en Cacabelos (León). Madrid, Bailly-Baillère, 1915; 1 fasc. in-4°.

Sveriges geologiska undersökning. *Årsbok* 8 (1914). Stockholm, Norstedt et söner, 1915; 1 vol. in-8°.

Studies on the material culture of the Eskimo in west Greenland; — On the Genus Antennaria in Greenland; — Naturfredning i dansk Grønland, MORTEN P. PORSILD. København, Bianco Lunos Bogtrykkeri, 1915; 3 fasc. in-8°.

Smithsonian Institution United States National Museum. *Contributions from the United States National Herbarium.* Tome 19 : *Flora of New Mexico*, by E. O. WOOTON and PAUL C. STANDLEY. Washington, Government Printing Office, 1915; 1 vol. in-8°.

Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 82 : *A Monograph of the existing Grinoids*, by AUSTIN HOBART CLARK; t. I : *The Comatulids*, part 1. Washington, Government Printing Office, 1915; 1 vol. in-4°.

The Earth's Magnetism, by L.-A. BAUER; from the Smithsonian Report for 1913, p. 195-212; Smithsonian Institution, publication 2281. Washington, 1914; 1 fasc.

General results of the Work in atmospheric Electricity aboard the Carnegie, 1909-1914, by L.-A. BAUER; reprinted from *Proceedings* of the American Philosophical Society, t. LIV, n° 216, january-april, 1915; 1 fasc.

Carnegie Institution of Washington. *Land Magnetic Observations* 1911-1913 *and Reports on special Researches*, by L.-A. BAUER and J.-A. FLEMING. Washington, 1915; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Un nouveau deuil vient de frapper l'Académie des Sciences.

Après une période de souffrances qui l'avaient à diverses reprises éloigné de nos séances et dont son visage régulier avait fini par porter l'empreinte, **Charles-René Zeiller** s'est éteint samedi dernier 27 novembre.

Entré 21e à l'École Polytechnique, en 1865, il en était sorti premier et avait été versé à l'École des Mines. Toute sa vie scientifique s'est écoulée dans le Corps d'élite qu'elle forme, uniquement recruté parmi les premiers élèves de la grande École qui ouvre les portes de carrières si diverses.

Ses premières publications remontent à 1870. Il étudia à cette époque, dans les *Annales des Mines,* en collaboration avec Adolphe Henry, le procédé de désargentation des plombs d'œuvre employé à l'usine des frères Herbst, à Call, dans l'Eifel. Il publia, l'année suivante, un Mémoire sur le Siebengebirge et l'Eifel; puis, en 1873, un travail très documenté sur les roches éruptives et les filons métallifères du district hongrois de Schemnitz. Depuis ce moment, toutes ses publications se rapportent à la Paléontologie végétale où il était devenu un maître incontesté. Elles débutent par une belle analyse du magistral *Traité de Paléontologie végétale* de Schimper, parue dans la *Revue scientifique*, le 30 mai 1874, analyse qui indique l'orientation que vont prendre désormais ses travaux, et qui demeurera immuable jusqu'à la fin de sa vie. Une telle constance était bien en rapport avec la calme ténacité que nous lui avons connue et qui était le trait caractéristique de sa nature patiente et réfléchie, toute de droiture, de haute courtoisie et d'exquise distinction.

Son service d'ingénieur des Mines l'amena naturellement à s'occuper des terrains houillers, et ce sont les plantes fossiles de la Ternera au Chili qui firent l'objet de ses premiers travaux originaux de Paléontologie végétale (1875); plus tard (1882), il étudia les végétaux fossiles de Asturies et ceux recueillis au Tonkin par MM. Fuchs et Saladin. Dans ce dernier travail, il signale déjà l'existence, dans ces régions lointaines, de nombreuses formes spécifiques, identiques à celles de l'Europe, mais accompagnées de types particuliers, inconnus jusqu'à présent dans nos régions, notamment des *Glossopteris*, singulières Fougères aux feuilles entières et ovales, signalés pour la première fois en Australie dès l'époque carbonifère, « au milieu d'une flore aussi différente de la flore houillère de l'Europe que le sont les flores actuelles de ces deux continents ». Et il ajoute : « Il semble qu'il y ait eu alors deux grandes régions botaniques bien distinctes et que le sud de l'Asie marque à peu près leur trait d'union ». Ces prévisions ont été largement confirmées depuis. La flore à *Glossopteris* a été retrouvée dans l'Afrique tropicale et méridionale comme dans l'Amérique du Sud, rendant ainsi probable l'existence à cette époque d'un vaste continent, le continent que Suess a appelé *Continent de Gondwana* et qui était séparé du continent Nord atlantique par une mer transversale, la *Tethys*, la *Mésogée* de notre confrère Douvillé. C'est là un résultat d'une importance générale et à l'appui duquel est venue la Paléontologie animale. A la même époque vivait au Karoo l'étrange faune des Reptiles théromorphes dont quelques représentants seulement gagneront plus tard l'Europe.

A part ces travaux, Zeiller s'est surtout consacré à l'étude des bassins houillers français, et il a établi comment, à l'aide de leur flore, on pouvait déterminer, à coup sûr, l'âge de leurs diverses couches et préciser, par conséquent, leur synchronisme dans des bassins éloignés, tels que ceux de la grande bande houillère qui s'étend d'Angleterre jusqu'en Russie, en passant par la Belgique et la Westphalie et qui sont plus anciens que ceux du centre et du midi de la France. C'est à la suite de ces travaux qu'une place a été faite à la flore houillère dans le quatrième Volume de l'*Explication de la Carte géologique de France*. Les bassins de Valenciennes, de la Grand-Combe, de Commentry, d'Autun, d'Epinac, de la Corrèze ont été ainsi successivement étudiés. A propos du sondage de Douvres, René Zeiller a pu établir que les couches traversées correspondaient à la région supérieure du Westphalien et devaient, par conséquent, se raccorder avec celles du Pas-de-Calais; à propos des sondages de la Grand-Combe il put prédire qu'au-dessous des couches qu'ils avaient révélées devaient exister des couches plus

profondes qui ont été effectivement retrouvées à 736^m et à 780^m de profondeur et constituent d'importantes réserves pour l'avenir.

Les études de la flore fossile dues à René Zeiller ont été poursuivies en deçà et au delà de l'époque carbonifère. Tous les spécimens qui font partie des collections de Paléontologie végétale du Muséum, rendues célèbres par les travaux d'Adolphe Brongniart et de Bernard Renault, tous ceux de l'École des Mines et beaucoup d'autres recueillis sur place par ses collègues du Corps des Mines ont passé entre ses mains. Les grès de Caffiers (Pas-de-Calais) lui fournissent les premiers végétaux terrestres dévoniens qui aient été découverts en France, et nous venons de dire tout ce que lui doit la connaissance de la flore permo-carbonifère. Dans le grès bigarré des Vosges, il découvre une Fougère (*Acrostichides*) qui à l'époque triasique vivait également dans la Virginie et la Caroline du Nord et à cette occasion il établit l'âge triasique des gites charbonneux de cette région, rapportés auparavant à l'étage rhétien auquel appartiennent, en revanche, les dépôts de la Ternera au Chili, et partiellement les couches charbonneuses de Hon-Gay et de Ké-Bao, au Tonkin. Les couches de charbon de la Nouvelle-Calédonie sont plus récentes encore : elles sont, comme celles de la Nouvelle-Zélande, de la période crétacé et contiennent, avec des Cycadées et des Conifères, des *Cinnamomum* et des *Sassafras;* enfin il précise l'âge tertiaire des bassins de Yen-Baî au Tonkin.

La classification des Fougères fossiles avait été fondée par Adolphe Brongniart sur la disposition des nervures de leurs feuilles; celle des Fougères actuelles sur la forme des sores dans lesquels se groupent leurs sporanges; il fallait établir l'accord entre les deux méthodes. Zeiller s'y est employé avec grand succès. De plus, à l'aide soit des caractères de leur appareil reproducteur, soit de considérations anatomiques, il a pu établir les affinités demeurées douteuses de divers genres ou même de diverses familles.

Le temps consacré par René Zeiller à ces longs et délicats travaux originaux ne l'empêchait pas de lire beaucoup; son érudition était considérable. Pendant plusieurs années il rédigeait pour l'*Annuaire universel de Géologie* la revue annuelle de Paléontologie végétale et, depuis 1889, il collaborait à la *Revue bibliographique* publiée par la Société botanique de France. Il a écrit sur le marquis de Saporta et sur le géologue Fliche des notices biographiques, qui montrent avec quel soin il suivait le mouvement scientifique.

En 1878, il avait fondé à l'École des Mines un cours de Paléontologie végétale qui a été en 1888 admis à faire partie intégrante de l'enseignement de l'École. Enfin, il a publié en 1900 des *Éléments de Paléobotanique* qui ont

rendu aux ingénieurs chargés de la direction des houillères et aux géologues les plus grands services.

Charles-René Zeiller était né le 14 janvier 1847 à Nancy, où son père était ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Par sa mère, Laure-Élisabeth Guibal, il descendait du sculpteur Guibal, que le roi Stanislas de Pologne avait chargé de décorer la place qu'il créa à Nancy, et qui est devenue la place Stanislas. C'était donc un Lorrain de vieille souche, attaché de tout son cœur à sa province natale. Par son mariage, il était devenu le beau-frère de Léon Ollé-Laprune, dont il partageait les idées philosophiques et les croyances religieuses.

Il était élève ingénieur des Mines quand survint la guerre de 1870 et servit alors dans le Corps du Génie auxiliaire. En 1884, il devint ingénieur en chef, inspecteur général en 1902 et vice-président du Conseil des Mines en 1911. Sa carrière administrative a été aussi bien remplie que sa carrière scientifique. Il a exercé pendant plus de 20 ans (de 1888 jusqu'en 1909) les fonctions particulièrement actives de secrétaire du Conseil des Mines, et il avait acquis, dans les questions souvent si complexes qui y sont traitées, une autorité aussi indiscutée que dans les problèmes de Paléontologie végétale. De 1874 à 1910, il avait surveillé et dirigé personnellement l'importante publication des *Annales des Mines*. Il avait atteint aux plus hautes situations du Corps auquel il appartenait et où ses services avaient été récompensés par la cravate de commandeur de la Légion d'honneur. A l'Académie des Sciences, il avait en 1901 succédé à Chatin.

Dans sa conférence sur la Paléobotanique donnée à Fribourg en 1906, au cours d'un congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles, et dans son article *Paléobotanique* publié en pleine guerre dans *La Science française*, ouvrage publié par le Ministère de l'Instruction publique à l'occasion de l'Exposition universelle et internationale de San-Francisco, il a exposé des idées synthétiques d'un grand intérêt. Il s'était rallié à l'opinion d'une variation rapide et à longs intervalles des flores.

Ai-je besoin de rappeler ici de quelle estime René Zeiller jouissait parmi nous? Il était depuis longtemps membre de notre Commission administrative et il s'acquittait de cette fonction avec la ponctualité et la conscience qu'il apportait à tout ce qu'il faisait. Dans sa modestie, il n'a voulu, à ses obsèques qui auront lieu demain mardi, ni pompe officielle, ni discours. Cette courte Notice est le seul hommage qu'il ait voulu accepter. Au moins portera-t-elle à sa famille l'expression de la profonde sympathie de l'Académie et de sa haute estime pour le confrère que nous perdons.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la détermination des vitesses radiales avec le prisme objectif.* Note de M. **Maurice Hamy**.

Dans une Communication précédente (¹), j'ai exposé l'idée d'une méthode permettant de déterminer les vitesses radiales des étoiles, en faisant emploi d'un prisme objectif, par comparaison directe avec des raies de repère d'origine terrestre. Le système optique employé comprend, en sus du prisme dispersant la lumière, deux petits miroirs qui lui sont solidaires, l'un réfléchissant les rayons incidents, dans la direction des rayons réfractés, l'autre servant à faire l'autocollimation d'un fil fixe, disposé dans le plan focal de l'objectif de la chambre photographique, à l'intérieur de laquelle s'impressionnent les spectres.

Si l'on substitue au prisme unique un train de prismes, montés de façon à former un tout rigide avec les deux miroirs susdésignés, on peut encore obtenir des spectrogrammes susceptibles de fournir les vitesses radiales, sans rien changer au mode d'observation antérieurement indiqué. Mais les calculs à faire, pour réduire les mesures, sont à modifier, comme nous allons l'expliquer.

Le problème de la détermination des vitesses radiales se ramène, au point de vue des mesures et du calcul, à la question suivante : Étant donnée une raie connue, de longueur d'onde λ, sur un spectrogramme, trouver la longueur d'onde Λ d'une raie voisine. Nous allons montrer comment on peut y arriver, dans le cas qui nous occupe, en supposant, pour simplifier, que le nombre des prismes du train se réduit à deux : le premier rencontré par la lumière, d'angle A ; le second, d'angle A'.

Appelons, pour ce qui concerne la raie de longueur d'onde λ : i l'angle d'incidence, φ l'angle d'émergence, n l'indice de réfraction, relatifs au prisme A ; i', φ', n' les éléments analogues, relatifs au prisme A'. Représentons par I, Φ, N, I', Φ', N' ce que deviennent respectivement i, φ, n, i', φ', n', quand on passe de la raie de longueur d'onde λ à la raie de longueur d'onde Λ.

Entre les angles qui viennent d'être définis, on a les relations suivantes,

(¹) *Comptes rendus*, t. **158**, 1914, p. 81.

pour le prisme A,

$$\sin^2 i + \sin^2\varphi + 2\sin i \sin\varphi \cos A = n^2 \sin^2 A,$$
$$\sin^2 I + \sin^2\Phi + 2\sin I \sin\Phi \cos A = N^2 \sin^2 A,$$

dont on tire, après quelques calculs,

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &4\sin\frac{I-i}{2}\cos\frac{I+i}{2}\left(\cos\frac{I-i}{2}\sin\frac{I+i}{2}+\cos A\cos\frac{\Phi-\varphi}{2}\sin\frac{\Phi+\varphi}{2}\right)\\ &+4\sin\frac{\Phi-\varphi}{2}\cos\frac{\Phi+\varphi}{2}\left(\cos\frac{\Phi-\varphi}{2}\sin\frac{\Phi+\varphi}{2}+\cos A\cos\frac{I-i}{2}\sin\frac{I+i}{2}\right)\end{aligned}\right\} = (N^2-n^2)\sin^2 A.$$

On a, pour le second prisme, l'équation analogue

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &4\sin\frac{I'-i'}{2}\cos\frac{I'+i'}{2}\left(\cos\frac{I'-i'}{2}\sin\frac{I'+i'}{2}+\cos A'\cos\frac{\Phi'-\varphi'}{2}\sin\frac{\Phi'+\varphi'}{2}\right)\\ &+4\sin\frac{\Phi'-\varphi'}{2}\cos\frac{\Phi'+\varphi'}{2}\left(\cos\frac{\Phi'-\varphi'}{2}\sin\frac{\Phi'+\varphi'}{2}+\cos A'\cos\frac{I'-i'}{2}\sin\frac{I'+i'}{2}\right)\end{aligned}\right\} = (N'^2-n'^2)\sin^2 A'.$$

D'ailleurs

$$\varphi + i' = \Phi + I'$$

et par suite

$$(3)\qquad \Phi - \varphi = -(I' - i').$$

Divisant les deux membres de l'équation (1) par le coefficient de $\sin\frac{\Phi-\varphi}{2}$, les deux membres de l'équation (2) par le coefficient de $\sin\frac{I'-i'}{2}$ et ajoutant, en tenant compte de l'égalité (3), on arrive à une relation de la forme

$$(4)\qquad F_1\sin\frac{I-i}{2} + F_2\sin\frac{\Phi'-\varphi'}{2} = f_1(N^2-n^2) + f_2(N'^2-n'^2),$$

F_1 et f_1 étant des fonctions de I, i, Φ, φ, A; F_2 et f_2 des fonctions de I', i', Φ', φ', A'. Ces fonctions peuvent d'ailleurs beaucoup se simplifier, dans la pratique, vu la petitesse des différences $I-i$, $\Phi-\varphi$, $I'-i'$, $\Phi'-\varphi'$.

Supposons que la raie de longueur d'onde Λ appartienne à un spectre stellaire et la raie de longueur d'onde λ à un spectre terrestre, tous deux photographiés sur un même spectrogramme. Le système optique, vu son invariabilité et le mode d'observation employé, se présente toujours exactement de la même manière, par rapport aux rayons incidents. On peut donc supposer connus approximativement, à une minute près, par exemple, tous les angles figurant dans l'équation (4), quitte à effectuer des mesures

appropriées, pour les évaluer. D'autre part, la mesure des spectrogrammes fait connaître, avec précision, les différences très petites $I - i$ et $\Phi' - \varphi'$. Il s'ensuit que l'équation (4) peut s'écrire

$$(5) \qquad M(N^2 - n^2) + M'(N'^2 - n'^2) = C,$$

M, M', C désignant des nombres connus avec une faible erreur relative, C étant de plus très petit.

Appelons

$$n^2 = f(\lambda), \qquad n'^2 = \psi(\lambda),$$

les équations exprimant les carrés des indices de réfraction des matières des prismes A et A', en fonction de la longueur d'onde. On en déduit

$$N^2 - n^2 = (\Lambda - \lambda) f'(\lambda) + \frac{(\Lambda - \lambda)^2}{1.2} f''(\lambda) + \ldots$$

et une expression analogue pour $N'^2 - n'^2$.

Posant

$$z = \frac{\Lambda - \lambda}{\lambda},$$

on peut mettre ces relations sous la forme

$$N^2 - n^2 = z[H_0 + H_1 z + H_2 z^2 + \ldots],$$
$$N'^2 - n'^2 = z[K_0 + K_1 z + K_2 z^2 + \ldots],$$

les H et les K étant des fonctions connues de λ.

Ces formules permettent d'écrire, ainsi qu'il suit, l'équation (5)

$$z = C[L_0 + L_1 z + L_2 z^2 + \ldots]^{-1},$$

dont on tire par la série de Lagrange

$$(6) \qquad z = \frac{\Lambda - \lambda}{\lambda} = C[G_0 + G_1 C + G_2 C^2 + \ldots],$$

$G_0, G_1, G_2, \ldots$ étant des fonctions connues de λ, si l'on a fait l'étude des matières des prismes, de façon à déterminer les fonctions f et ψ. Cette formule permet d'évaluer le rapport $\frac{\Lambda - \lambda}{\lambda}$ dont dépend l'expression de la vitesse radiale. Dans les applications, C étant très petit, il suffira de calculer G_0, dont la valeur est fournie par la formule

$$G_0 = \frac{1}{M\lambda f'(\lambda) + M'\lambda\psi'(\lambda)}.$$

PALÉONTOLOGIE. — *Les Orbitoïdés : développement et phase embryonnaire ; leur évolution pendant le Crétacé.* Note de M. **H. Douvillé.**

Les *Orbitoïdés* constituent un groupe de Foraminifères particulièrement intéressants à cause de la complication de leur structure. Leur forme est lenticulaire et dans la région médiane ou équatoriale, on distingue une couche formée d'un très grand nombre de logettes, disposées d'une manière spéciale et rappelant tout à fait celle qui caractérise les *Orbitolites*. Dans ce dernier groupe, l'étude des formes fossiles a montré comment cette disposition a pris naissance : les formes primitives rappellent les *Peneroplis*, dans lesquels les loges ont la forme d'un croissant étroit et présentent des ouvertures multiples; ces loges s'accroissent par leurs extrémités et finissent par se transformer en anneaux. Au moment de la croissance, les bourgeons de protoplasme, sortant par les ouvertures, se fusionnent de manière à donner naissance à une loge unique ; la surface du protoplasme se concrète au contact du milieu ambiant et constitue une pellicule de conchyoline d'abord mince et élastique, puis qui durcit peu à peu ; en même temps elle se charge de calcaire, résultant de l'action de l'acide carbonique du milieu ambiant sur les sels de calcium du protoplasme. Plus tard, la calcification devenant plus rapide, il se forme, entre les bourgeons, des cloisons qui se complètent progressivement, de sorte que les anneaux se trouvent divisés en logettes n'ayant plus de communication directe; celles-ci communiquent avec l'extérieur par des rangées d'ouvertures latérales. Au moment de la croissance les bourgeons sortant d'une logette par les ouvertures de droite fusionnent avec les bourgeons de gauche de la logette voisine, de sorte que les logettes de la nouvelle rangée alterneront avec celles de la rangée précédente: Ce mode de développement se retrouve exactement dans les Orbitoïdés (*fig.* 1), de sorte qu'il ne peut être considéré comme caractéristique ni pour l'un ni pour l'autre de ces groupes.

Dans les Orbitoïdés le test est poreux, de sorte que le protoplasme filtre des deux côtés de la couche médiane principale et donne naissance aux chambres latérales disposées elles-mêmes sur plusieurs couches: c'est cette disposition qui caractérise particulièrement ce groupe.

Les Orbitoïdés présentent, comme tous les Foraminifères, des formes microsphériques B et des formes mégasphériques A. On sait que les premières sont d'un type moins évolué et plus rapproché des formes

ancestrales ; dans les Orbitoïdés, on observe, à la suite de la première loge très petite, quelques loges disposées en spirale plus ou moins régulière, puis, le bourgeonnement se faisant sur toute la périphérie, les logettes prennent naissance dans la forme que j'ai indiquée plus haut. Cette disposition est en somme banale et ne peut guère mettre sur la voie de l'origine du groupe. Toutefois, comme on la rencontre dans tous les genres, il est vraisemblable qu'ils dérivent tous d'un même type spiral.

Les formes A ou mégasphériques sont au contraire bien plus variées : elles présentent toujours au centre une sorte de noyau pluricellulaire à parois épaissies que je désignerai sous le nom de *nucléoconque* pour le distinguer du noyau proprement dit des cellules protoplasmiques. Dans les formes les plus anciennes (*O. Tissoti*), elle se compose de 4 loges, 2 médianes et 2 latérales, convexes vers l'extérieur et séparées les unes des

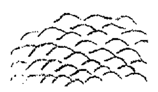


Fig. 1. — *O. Tissoti*, partie de la couche médiane montrant les ouvertures des logettes (gr. environ 20 fois).

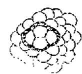


Fig. 2. — Nucléoconque d'*O. Tissoti* (gr. environ 20 fois).

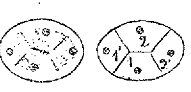


Fig. 3, 4. — Segmentation d'une spore de *Fegatella*, d'après Farmer.

autres par des cloisons planes (*fig.* 2). Cette disposition très particulière mérite d'appeler l'attention : elle reproduit presque exactement celle que Farmer a signalée dans les spores d'une Hépatique (*Fegatella*, in *Treatise on Zoology*, par Ray-Lankester, Part I, fasc. 2, *fig.* 13). Mais dans ce cas, nous savons qu'elle résulte d'une double division par caryocinèse de la cellule primitive (*fig.* 3, 4), et qu'elle se compose de quatre cellules ayant chacune leur noyau distinct. Il est très vraisemblable qu'il doit en être de même pour la nucléoconque de l'*O. Tissoti*.

Sa constitution même vient d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir : les cellules sont en effet des gouttelettes de protoplasme; elles se développent principalement par osmose et leur forme dépend essentiellement des pressions osmotiques. C'est ainsi qu'au contact de l'eau ambiante, elles prennent une forme convexe; au contraire, entre deux cellules résultant d'une division caryocinétique, la pression osmotique étant nulle, la séparation est plane. Réciproquement quand une cellule sera convexe sur une portion de son contour, nous pourrons dire que celle-ci a fait partie de la surface extérieure, tandis qu'une séparation plane indiquera une formation par caryocinèse. C'est bien ici le cas pour la nucléoconque des Orbitoïdés primitifs et nous pourrons en conclure *qu'elle se compose* en réalité *de quatre*

cellules. Ce fait est très important au point de vue général : on sait en effet que les Protozoaires, et en particulier les Foraminifères, sont considérés comme des êtres monocellulaires par opposition aux Métazoaires multicellulaires. Les Orbitoïdés présenteraient alors un acheminement, un passage du premier groupe au second, la division de la nucléoconque serait une véritable segmentation tout à fait comparable aux premières phases du développement de l'œuf des Métazoaires, et cette nucléoconque serait un véritable embryon. Elle nous fournira des caractères très importants pour la classification de cette famille.

Les premières divisions ont été établies sur la forme des logettes; on a distingué ainsi trois genres :

1° *Orbitoïdes*, s. str.; les logettes sont limitées en avant et en arrière par des arcs de cercle, le réseau qu'elles constituent est à maille losangique; ce genre caractérise le Campanien.

2° *Orthophragmina;* les logettes sont rectangulaires : dans le Danien et l'Éocène.

2° *Lepidocyclina;* les logettes sont analogues à celles du premier genre, mais elles sont plus allongées et présentent ordinairement sur les côtés des éléments rectilignes; leur réseau est à maille hexagonale.

Il paraît nécessaire de subdiviser ces genres qui ne paraissent pas tous bien homogènes. J'examinerai d'abord les *Orbitoïdes*.

A. Dans ce genre, je distinguerai un premier groupe de formes, dans lesquelles la surface des logettes n'est que partiellement poreuse; la portion qu'on peut appeler *frontale* est compacte, et cette disposition rappelle celle qu'on observe dans les Nummulites, où la lame spirale seule est poreuse, tandis que les filets sont formés de tissu compact. Dans ce premier groupe, les ouvertures des logettes sont disposées, comme dans les Orbitolites, en deux rangées aux extrémités de l'arc antérieur.

1° *Orbitella*, nov. s. gen.; c'est le groupe le plus ancien; il débute avec

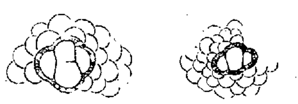


Fig. 5, 6. — Nucléoconques d'*O. media*, de Royan (gr. environ 20 fois).

l'*O. Tissoti*, dont j'ai décrit plus haut la nucléoconque (*fig.* 1), formée de quatre cellules; elle n'est pas orientée d'une manière constante par rapport au plan équatorial. Dans *O. media* (type du sous-genre), la nucléoconque

(*fig.* 5) est analogue, mais la division des deux cellules médianes est moins nette et peut même disparaître (*fig.* 6). Cette évolution régressive est bien plus accentuée dans *O. apiculata*, où la première cellule devient prédominante; elle joue le rôle d'une cellule mère, entourée d'abord de trois cellules filles (*fig.* 7, 8); celles-ci se fusionnent ensuite successivement

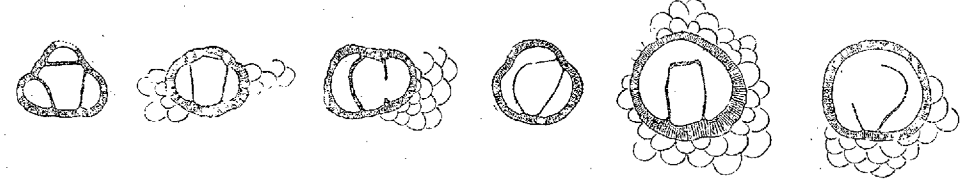


Fig. 7-12. — Nucléoconques d'*O. apiculata*.
7, 9, Maëstricht. — 8. Saint-Marcet. — 10. Maurens. — 11. Latoue. — 12. Gensac (gr. env. 20 fois).

(*fig.* 9, 10, 11, 12), et dans les formes les plus évoluées, la nucléoconque est devenue biloculaire, les cellules filles fusionnées enveloppant presque complètement la cellule mère.

2° *Simplorbites* de Gregorio; le réseau de l'adulte est semblable à celui du sous-genre précédent, mais la nucléoconque est absolument différente (*fig.* 13, 14, 15); elle est de bien plus grande taille et est composée d'un

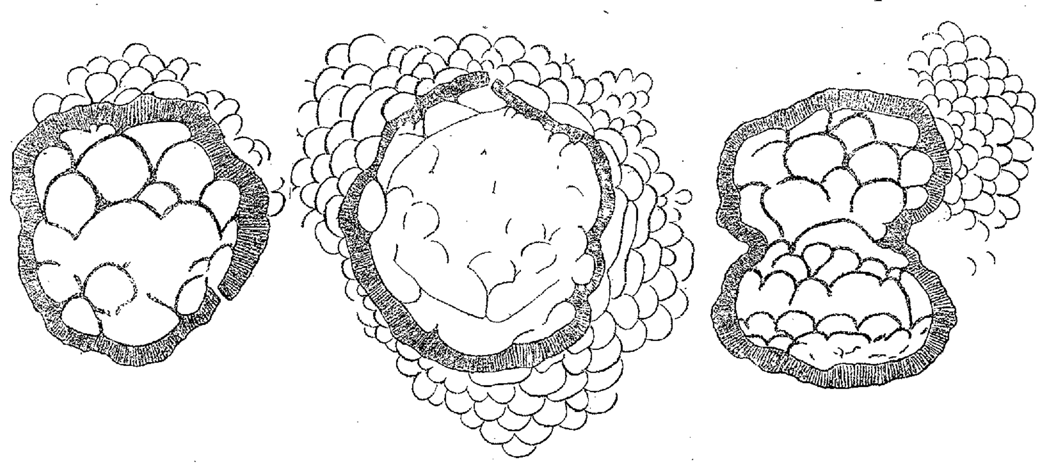


Fig. 13, 14, 15. — Nucléoconques de *Simplorbites gensacica* (gr. environ 20 fois).
Fig. 13, 14. — Gensac. Fig. 15. — Saint-Marcet.

grand nombre de loges; celles-ci paraissent quelquefois disposées irrégulièrement, comme l'avait observé Schlumberger, mais le plus souvent on distingue, au moins sur une partie, une disposition rappelant les logettes

des individus adultes. D'après leur forme nettement convexe, il est bien certain que ces logettes se sont formées à la surface du Foraminifère au contact du milieu ambiant; d'autre part cette portion de la nucléoconque ne paraît pas résulter d'un développement normal et régulier, car on n'observe nulle part une disposition rappelant les premières loges d'un Foraminifère. Il semble donc qu'on n'ait affaire qu'à un fragment d'un Orbitoïde adulte, ou plus exactement d'un *Omphalocyclus*, car on n'observe pas de chambres latérales. Ce fragment lui-même s'est souvent développé sur quelques points par caryocinèse, car on observe quelquefois sur les bords des cloisons à peu près planes (*fig.* 14); il s'est ensuite enkysté, puis s'est développé à la manière de l'*O. apiculata*, de telle sorte que l'adulte ne se distingue pour ainsi pas de cette dernière espèce, les granules du test sont seulement un peu plus gros. Rien d'étonnant à ce qu'un fragment de Foraminifère se développe normalement, les Orbitolites nous en offrent de nombreux exemples, mais comment comprendre un fragment d'*Omphalocyclus* devenant plus tard *Orbitella apiculata* ? Il est vrai que les *Simplorbites*, les *Omphalocyclus* et les *O. apiculata* ont vécu côte à côte dans les mêmes couches, et nous n'avons que des notions bien vagues sur la véritable nature de l'espèce dans les Protozoaires.

B. Un deuxième groupe est caractérisé par l'absence d'ouvertures; les pores envahissent toute la surface des logettes, et celles-ci se développent par filtration du protoplasme de la même manière que les chambres latérales. La nucléoconque présente en outre des formes particulières.

3° Le sous-genre *Lepidorbitoides* a été établi par Silvestri en 1908 (*Atti d. nov. Lincei*) pour le groupe de l'*Orb. socialis* qu'il rapproche des Lépidocyclines [1].

Les logettes (*fig.* 16) sont arrondies en avant comme dans les *Orbitella*, mais elles sont plus allongées et se touchent latéralement sur une certaine longueur, aussi la maille est-elle plutôt hexagonale. Sur aucun échantillon je n'ai pu reconnaître la présence d'ouvertures, mais les pores de la paroi antérieure sont visibles sur les bonnes préparations.

La nucléoconque (*fig.* 17) est bien différente de celles des groupes précé-

(1) Cette analogie est plus apparente que réelle : la forme des logettes est bien celle des *Eulepidina*, mais les ouvertures font défaut, et la nucléoconque est bien différente. Celle-ci se rapproche davantage de celle des *Nephrolepidina*, mais dans ces derniers la première cellule n'est pas franchement circulaire et en outre les logettes sont différentes, elles sont ogivales au lieu d'être spatuliformes.

dents : elle se compose d'une première cellule franchement sphérique, à laquelle est accolée une deuxième cellule en forme de haricot.

Le gisement paraît différer de celui des *Orbitella :* à Maëstricht, sur les

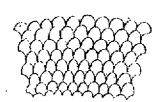


Fig. 16. — Logettes de *Lep. socialis* de Latoue (gr. environ 20 fois).

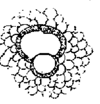


Fig. 17. — Nucléoconque de *Lep. socialis* de Saint-Marcet (gr. environ 20 fois).

points où les Lépidorbitoïdes abondent, on ne rencontre guère que des *O. apiculata* roulés, et dans les Pyrénées elles ne sont vraiment développées que dans des gisements spéciaux (Boussens).

4° *Clypeorbis*, nov. s. gen. Schlumberger a décrit en 1902 sous le nom de *O. mamillata* une petite espèce remarquable par sa dissymétrie : la face supérieure conique présente au sommet un fort bouton (*fig.* 19) qui manque sur la face inférieure simplement convexe. Les logettes sont presque hexagonales, mais surtout elles n'alternent plus régulièrement, elles sont plutôt disposées en rangées rayonnantes; leur nombre augmente par bifurcation et intercalation de nouvelles rangées (*fig.* 18). Cette disposition semble



Chypeorbis mamillata.

Fig. 18. — Logettes disposées en files rayonnantes. Fig. 19. — Section axiale montrant le bouton et la nucléoconque. Fig. 20. — Section horizontale montrant la partie inférieure de la nucléoconque (gr. 20 fois environ).

être une conséquence de l'absence d'ouvertures, ce qui les rapproche des *Lepidorbitoides*.

La dissymétrie est très marquée dans la nucléoconque : celle-ci se compose (*fig.* 19, 20) d'une première cellule *sphéroïdale* placée à la naissance du bouton, et *au-dessous* de laquelle se dévelpopent trois ou quatre cellules disposées en rosette.

J'aurais bien voulu conserver pour ce groupe le genre *Silvestrina* proposé

par Prever en 1904 pour des Orbitoïdes dissymétriques, *O. van den Broecki* et *O. apiculata*, de Maëstricht, mais l'auteur n'a pas indiqué les caractères intérieurs; d'après ceux-ci, la seconde espèce est certainement un *Orbitella*, ceux de la première sont douteux. J'ai pu en effet examiner plusieurs centaines d'Orbitoïdes de cette localité recueillis par M. Filliozat, sur plus de trente points différents, et tous les échantillons m'ont paru devoir être rapportés aux deux espèces habituelles *Orbitella apiculata* et *Lepidorbitoides socialis* race *minor* ou à leurs variétés. Le genre *Silvestrina* reste donc insuffisamment défini.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-E. **Bertin** dépose un Mémoire de M. Marbec intitulé : *De la similitude des sous-marins*, qui sera imprimé dans les *Mémoires de l'Académie*.

CORRESPONDANCE.

MM. **L. Cayeux**, **A. Job**, **Jules Garçon**, **E. Gley** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Équations de certains groupes linéaires dans un champ de Galois*. Note de M. **de Séguier**, présentée par M. Jordan.

Je conserverai dans ce qui suit la terminologie et les hypothèses de ma Note du 8 novembre. Je désignerai par ι et ι' des éléments primitifs respectifs de C et de C', par λ et μ des éléments de C; les variables omises dans les substitutions seront supposées inaltérées; les indices inférieurs i, k, l seront supposées $\neq 0$; mais j et j' pourront s'annuler.

1. Posons

$$\tau_i = \begin{vmatrix} x_i & y_i \\ y_i & -x_i \end{vmatrix}, \qquad u_{i\lambda} = | x_i \quad x_i + \lambda y_i |, \qquad U_{ik\rho} = \begin{vmatrix} x_i & x_i + \rho y_k \\ x_k & x_k + \rho^\pi y_i \end{vmatrix},$$

$$U_{0k\rho} = U_{k0\rho^\pi} = \begin{vmatrix} x & x + \eta\rho y_k \\ x_k & x_k - \eta(\omega\rho^\pi x + \upsilon\rho^{\pi+1} y_k) \end{vmatrix},$$

$$m_{i\rho} = \begin{vmatrix} x_i & \rho x_i \\ y_i & \rho^{-\pi} y_i \end{vmatrix}, \qquad m_{i\iota'} = m_i, \qquad m_{0\theta} = | x \quad (1 + \eta\theta) x | \qquad (\theta^{\pi+1} = 1),$$

$$V_{jk\rho} = \tau_k^{-1} U_{jk\rho} \tau_k, \qquad T_{ik} = m_{i,-1} V_{ik1} V_{ki,-1} V_{ik1}, \qquad T_{12} = T.$$

$H^0(n, \pi)$ dérive des τ, u, U, et $H = \Sigma_0^\pi H^0 m_1^i$.

Soit P le plus petit commun multiple des $U_{1j\rho}$, $V_{1k\rho}$, $u_{1\lambda}$, qui sont permutables et d'ordre p, sauf que $U_{10\rho}^p$ est égal à $u_{1,\eta\rho^{\pi+1}(\upsilon+\upsilon^\pi)}$ et que $U_{10\sigma}$ transforme $U_{10\rho}$ en $U_{10\rho} u_{1,\eta\omega(\sigma\rho^\pi - \rho\sigma^\pi)}$.

Soit H_1 l'action de H sur les x_j, y_j où $j \neq 1$. P est premier à H_1, normal dans $H_1 P$, et les générateurs de H_1 sont permutables à ceux de P, sauf que τ_k transforme $U_{1k\rho}$ en $V_{1k\rho}$ et $V_{1k\rho}$ en $U_{1k\rho}^{-1}$, que m_2 transforme $U_{12\rho}$ en $U_{12,\rho\iota'^\pi}$ et $V_{12\rho}$ en $V_{12,\rho\iota'^{-1}}$, que $u_{k\lambda}$ transforme $V_{1k\rho}$ en $V_{1k\rho} U_{1k,\lambda\rho}^{-1} u_{1,\lambda\rho^{\pi+1}}^{-1}$, que $U_{k0\sigma}$ transforme $U_{10\rho}$ en $U_{10\rho} U_{1k,\eta\omega\rho\sigma^\pi}$, et que $U_{1k\sigma}$ transforme $V_{1k\rho}$ en $V_{1k\rho} U_{1i,\rho\sigma}^{-1}$.

Considérons $\{H_1 P, m_1\} = X$; $H_1 P$ est normal dans X et premier au $g_{\pi^2-1}\{m_1\}$; m_1 est permutable à tout élément de H_1 et transforme $u_{1\lambda}$ en $u_{1,\lambda\rho\iota'^{\pi+1}}$, $U_{1j\rho}$ en $U_{1j,\rho\iota'}$, $V_{1k\rho}$ en $V_{1k,\rho\iota'}$.

H *dérive de* X, *de* $t = \tau_1 m_{1e}$ $(e^2 = \iota)$ *et de* T. *Il est défini par les équations de* X *jointes à* $t\xi t = \xi$, $T\xi' T = \xi'$ (ξ *parcourant les* τ_i, $u_{i\lambda}$, $U_{ij\rho}$ *où* i *et* j *sont* $\neq 1$, *et* ξ' *ceux où* i *et* j *sont* $\neq 1, 2$),

$$t^2 = T^2 = 1, \qquad t m_1 t = m_1^{-\pi}, \qquad tT = T\tau_2 m_{2e}, \qquad T u_{1\lambda} T = u_{2\lambda},$$

$$T m_1 T = m_2, \qquad TU_{12\rho} T = U_{12,\rho^\pi}, \qquad TU_{1j\rho} T = U_{2j\rho},$$

$$tU_{1k\rho} t = m_{1,\frac{\rho^\pi}{e}} m_{k,-\frac{e}{\rho^\pi}} T_{2k} V_{12,-\frac{\rho^\pi}{e}} TV_{12,-\frac{e}{\rho^\pi}} T_{2k} \qquad (k \geqq 2),$$

$$tU_{01\rho} u_{1\lambda} t = m_{0\theta} m_{1,\frac{r}{e}} U_{0,\theta\rho} u_{1\alpha} t U_{01,\frac{e\rho}{r}} u_{1,-\frac{\iota\alpha}{r^{\pi+1}}}$$

($r = \lambda - \upsilon\rho^{\pi+1}$, $\theta = r^{\pi-1}$, $\alpha = \lambda - r - r^\pi$; λ et ρ ne sont pas nuls à la fois).

2. $G(n, \pi)$ dérive des τ_i des $u_{i\lambda}$ et des $V_{ik\lambda}$. Soit ζ la substitution dont l'action sur chaque couple x_i, y_i est $\begin{vmatrix} x_i & -x_i \\ y_i & y_i \end{vmatrix}$, et $\zeta\tau_i = t_i$, $\zeta\tau_i^2 = t_i\tau_i = \zeta_i$. Soient G_1, ζ_1 les actions respectives de G, ζ sur les x_i, y_i où $i \neq 1$, et $\{G, \zeta\} = G'$, $\{G_1, \zeta_1\} = G'_1$. Soit P le plus petit commun multiple (abélien principal) des $V_{1k\lambda}$, $U_{1k\lambda}$, $u_{1\lambda}$. $\{PG'_1, m_{1\iota}\} = Y$ se définit comme X, en omettant ce qui regarde $U_{10\rho}$, en remplaçant ι' par ι, π^2 par π, et en supposant ρ et σ dans C

G' *dérive de* Y, *de* $t_1 = t$ *et de* T. *Il est défini par les équations de* Y *jointes à* $t\zeta t = \zeta_1 \xi \zeta_1$, $T\xi' T = \xi'$ (ξ *parcourant les* τ_i, $u_{i\lambda}$, $U_{ik\lambda}$ *où* i *et* k *sont* $\neq 1$, *et* ξ' *ceux où* i *et* k *sont* $\neq 1, 2$),

$$t^2 = T^2 = 1, \quad t m_{1\iota} t = m_{1\iota}^{-1}, \quad t\zeta_1 t = m_{1,-1}\zeta_1, \quad t u_{1\lambda} t = m_{1\lambda} u_{1\lambda} \zeta_1 t u_{1,\lambda^{-1}},$$
$$tT = T t_2, \quad T u_{1\lambda} T = u_{2\lambda}, \quad T m_{1\iota} T = m_{2\iota}, \quad T\zeta_1 T = m_{1,-1} m_{2,-1} \zeta_1,$$
$$TU_{12\lambda}T = U_{12\lambda}^{-1}, \quad TU_{1k\lambda}T = U_{2k\lambda},$$
$$t U_{1k\lambda} t = m_{1\lambda} m_{k,-\lambda}^{-1} T_{2k} V_{12,-\lambda} T V_{12,\lambda^{-1}} T_{2k}.$$

3. Posons

$$t_i = \begin{vmatrix} x_i & y_i \\ y_i & -x_i \end{vmatrix}, \quad m_{i\lambda} = \begin{vmatrix} x_i & \lambda x_i \\ y_i & \lambda^{-1} y_i \end{vmatrix}, \quad m_{i\iota} = m_i, \quad V_{ik\lambda} = \begin{vmatrix} x_i & x_i + \lambda x_k \\ y_k & y_k - \lambda y_i \end{vmatrix};$$
$$V_{0k\lambda} = \begin{vmatrix} x & x + \lambda x_k \\ y_k & y_k - b\lambda y - 2c\lambda x - c\lambda^2 x_k \end{vmatrix} \text{ si } c \neq 0; \quad V_{0k\lambda} = 1 \text{ si } \psi = 0;$$
$$V_{k0\lambda} = \begin{vmatrix} y & y - \lambda y_k \\ x_k & x_k + b\lambda x + 2c'\lambda y - c'\lambda^2 y_k \end{vmatrix} \text{ si } c' \neq 0; \quad V_{k0\lambda} = 1 \text{ si } \psi = 0 \text{ ou } x^2;$$
$$U_{jk\lambda} = U_{kj\lambda}^{-1} = t_k V_{jk\lambda} t_k, \quad W_{jk\lambda} = W_{kj\lambda}^{-1} = t_k V_{kj\lambda}^{-1} t_k, \quad T_{ik} = m_{i,-1} V_{ik1} V_{ki1}^{-1} V_{ik1}.$$

$Q = Q^0 + Q^0 t_1$; $Q^0 = R + R m_1$ si $p > 2$; $Q^0 = R$ si $p = 2$. R est le plus petit commun multiple des $V_{jj'\lambda}$, $U_{jj'\lambda}$, $W_{jj'\lambda}$, donc Q celui des t_i, des $V_{jj'\lambda}$ et de m_1.

Soit Q_1 l'action de Q sur les x_i, y_i où $i \neq 1$. Le plus petit commun multiple P des $V_{1j\lambda}$, $U_{1j\lambda}$, abélien principal et premier à Q_1, est normal dans PQ_1. Les générateurs de Q_1 sont permutables à ceux de P, sauf que t_k transforme $V_{1k\lambda}$ en $U_{1k\lambda}$ (donc $U_{1k\lambda}$ en $V_{1k\lambda}$), que m_2 transforme $V_{12\lambda}$ en $V_{12,\lambda\iota^{-1}}$ et $U_{12\lambda}$ en $U_{12,\lambda\iota}$, que $V_{ik\mu}$ transforme $U_{1k\lambda}$ en $U_{1k\lambda} U_{1i,\lambda\mu}$ et que $V_{i0\mu}$ transforme $V_{10\lambda}$ en $U_{1i,2c'\lambda\mu} V_{10\lambda}$.

Considérons $\{PQ_1, m_1\} = X$; PQ_1 est normal dans X et premier au $g_{\pi-1}\{m_1\}$; m_1 est permutable à tout élément de Q_1 et transforme $V_{1j\lambda}$ en $V_{1j,\lambda\iota}$ et $U_{1j\lambda}$ en $U_{1j,\lambda\iota}$.

Q *dérive de* X, *de* $t_1 = t$ *et de* $T_{12} = T$. *Il est défini par les équations de* X *jointes à* $t\xi t = \xi$, $T\xi' T = \xi'$ (ξ *parcourant* m_2 *et les* t_i, $V_{jj'\lambda}$ *où* i, j, j' *sont* $\neq 1$, *et* ζ' *les* t_i, $V_{jj'\lambda}$ *où* i, j, j' *sont* $\neq 1, 2$), $t^2 = T^2 = 1$, $t m_1 t = m_1^{-1}$, $tT = T t_2$, $T m_1 T = m_2$, $TU_{1j\lambda}T = U_{2j\lambda}$ ($j \neq 1, 2$), $TU_{12\lambda}T = U_{12\lambda}^{-1}$,

$$t V_{1k\lambda} t = t_k m_{1,-\lambda} m_{k\lambda}^{-1} T_{2k} V_{12\lambda} T V_{12,\lambda^{-1}}^{-1} T_{2k} t_k \qquad (k \geqq 2),$$
$$t V_{10\lambda} t = m_{1,-c'\lambda^2} m_0^{\pi - 1 + \frac{\pi+1}{2} p} t_0 V_{10\lambda}^{-1} t V_{10,\frac{1}{c'\lambda}}^{-1}, \tag{1}$$
$$t U_{10\lambda} t = m_{1,-c\lambda^2} m_0^{\frac{\pi+1}{2} p} t_0 U_{10\lambda}^{-1} t U_{10,\frac{1}{c\lambda}}^{-1}, \tag{2}$$

en supprimant (1) si $\psi = x^2$, (1) et (2) si $\psi = 0$. Dans ces équations $t_0 = \begin{vmatrix} x & x + \frac{b}{c} y \\ y & -y \end{vmatrix}$ si ψ est irréductible; $t_0 = |x - x|$ si $\psi = x^2$; m_0 est, si ψ est irréductible, l'action sur x, y de $\begin{vmatrix} x' & \upsilon x' \\ y' & \upsilon^{-1} y' \end{vmatrix}$, υ étant racine de $c\upsilon^2 - b\upsilon + c'$, et $x' = \varkappa(x - \upsilon y)$, $y' = \varkappa^\pi (x - \upsilon^\pi y)$, $\varkappa^{\pi+1} = c$, si $\psi = x^2$, $m_0 = 1$.

4. Soit $U(n, \pi)$ le plus petit commun multiple des $u_{ik\lambda} = |x_i \; x_i + \lambda x_k|$ $(i, k = 1, \ldots, n; i \neq k)$ et U_1 celui des $u_{ik\lambda}$ où i et k sont > 1. Le plus petit commun multiple P des $u_{1k\lambda}$, abélien principal et premier à U_1, est normal dans PU_1. Les générateurs de U_1 sont permutables à ceux de P sauf que $u_{ik\lambda}$ transforme $u_{1i\mu}$ en $u_{1i\mu} u_{1k\lambda}^{-1}$. Considérons $\{P, U_1\, m\} = X$, en posant $m_{ik} = \begin{vmatrix} x_i & \lambda x_i \\ x_k & \lambda^{-1} x_k \end{vmatrix}$ et $m_{12\iota} = m$. P est normal dans X et premier au $g_{\pi-1}\{m\}$; m est permutable aux générateurs de PU_1 sauf qu'il transforme $u_{1k\lambda}$ en $u_{1k,\lambda\iota}(k \neq 2)$, $u_{2k\lambda}$ en $u_{2k,\lambda\iota^{-1}}(k \neq 1)$, $u_{12\lambda}$ en $u_{i2,\lambda\iota}(i \neq 1)$ et $u_{12\lambda}$ en $u_{12,\lambda\iota^2}$.

La représentation de U *relative à* X *est deux fois transitive, de degré* $\frac{\pi^n - 1}{\pi - 1}$. U *est défini par les équations de* X *jointes à*

$$\tau^4 = 1, \qquad \tau^{-1} m \tau = m^{-1}, \qquad \tau^{-1} u_{1k\lambda} \tau = u_{2k\lambda},$$
$$\tau^2 u_{1k\lambda} \tau^2 = u_{1k\lambda}^{-1}, \qquad \tau^2 u_{2k\lambda} \tau^2 = u_{2k\lambda}^{-1}, \qquad \tau^2 u_{k2\lambda} \tau^2 = u_{k2\lambda}^{-1}, \qquad \tau^2 u_{12\lambda} = u_{12\lambda} \tau^2,$$
$$\tau^{-1} u_{k2\lambda} \tau = \tau_{2k} u_{12,\lambda^{-1}} \tau^3 m_{12\lambda}^{-1} u_{12,\lambda^{-1}} \tau_{k2} \qquad (k > 2),$$
$$\tau^{-1} u_{12\lambda} \tau = u_{12,\lambda^{-1}} \tau m_{12\lambda}^{-1} u_{12,\lambda^{-1}},$$

où $\tau_{ik} = \begin{vmatrix} x_i & x_k \\ x_k & -x_i \end{vmatrix}$, $\tau_{12} = \tau$.

Les résultats précédents ont été obtenus à l'aide des systèmes d'intransitivité des groupes X, Y (cf. *S.*, 68; pour G' et U, comparer DICKSON, *Q. J.*, t. 38).

ÉLASTICITÉ. — *Sur l'équilibre élastique d'une plaque indéfinie, d'épaisseur uniforme, comprimée par deux forces égales et opposées, uniformément réparties sur deux droites parallèles situées dans un plan normal aux bases.* Note (¹) de M. **PIGEAUD.**

Prenons pour plan zOx un plan perpendiculaire aux droites chargées, dont les traces seront A et A', et supposons l'origine sur le plan vertical AA', contenant les lignes d'action des forces.

(¹) Séance du 2 novembre 1915.

Appelons h l'épaisseur de la plaque et désignons respectivement par z et z' les distances d'un point M aux deux bases, de sorte que $z + z' = h$.

Les formules exprimant les tensions sont :

$$N_1 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{x^2 z}{(x^2+z^2)^2} + \frac{x^2 z'^2}{(x^2+z'^2)^2} - \frac{h}{x^2+h^2}\right],$$

$$N_3 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{z^3}{(x^2+z^2)^2} + \frac{z'^3}{(x^2+z'^2)^2} - \frac{h^3}{(x^2+h^2)^2} - \frac{h(h^2-3x^2)zz'}{(x^2+h^2)^3}\right],$$

$$T_2 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{xz^2}{(x^2+z^2)^2} - \frac{xz'^2}{(x^2+z'^2)^2} - \frac{xh(z-z')}{(x^2+h^2)^3}\right].$$

Les premiers termes sont ceux donnés par MM. Boussinesq et Flamant pour le massif indéfini limité à la base supérieure.

On vérifie facilement, en tenant compte de $dz + dz' = 0$:

1° Qu'en tout point intérieur, on a

$$\frac{dN_1}{dx} + \frac{dT_2}{dz} = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{dT_2}{dx} + \frac{dN_3}{dz} = 0\,;$$

2° Qu'en tout point d'une des bases ($z = 0$, $z' = h$ par exemple), on a

$$N_3 = T_2 = 0\,;$$

3° Que sur un plan vertical, parallèle à yOx, on a

$$\int N_1\, dz = 0\,;$$

4° Que sur un plan horizontal quelconque, on a

$$\int N_3\, dx = p,$$

la dernière condition étant d'ailleurs une conséquence nécessaire des premières.

Distribution des valeurs de N_1. — Sur le plan horizontal médian $z = z' = \frac{h}{2}$, on a

$$N_1 = -\frac{2p}{\pi} h^3 \frac{8x^2 - h^2}{(4x^2+h^2)^2(x^2+h^2)}.$$

C'est une traction tant que $8x^2 < h^2$ et une compression au delà. La traction maxima, pour $x = 0$, est $\frac{2p}{\pi h}$. Le maximum de la compression s'obtient entre $x = \frac{3}{4}h$ et $x = h$; sa valeur est voisine de $-0{,}21 \times \frac{2p}{\pi h}$ seulement.

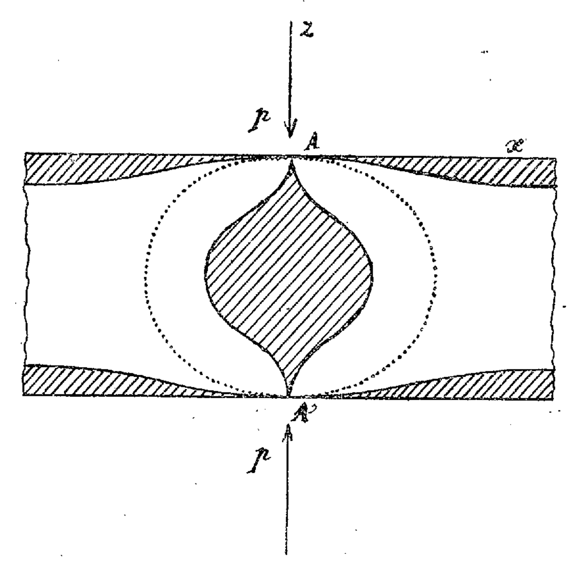
Sur l'une des bases ($z = 0$, par exemple), on trouve

$$N_1 = + \frac{2p}{\pi} \frac{h^3}{(x^2 + h^2)^2}.$$

C'est toujours une traction, qui s'annule pour $x = \infty$ et qui, pour $x = 0$, prend sa valeur maxima $\frac{2p}{\pi h}$.

Sur le plan $x = 0$, N_1 a la valeur constante $\frac{2p}{\pi h}$. Cette traction uniforme sur la section zOy a une résultante $\frac{2p}{\pi}$ qui fait équilibre aux deux compressions infinies $\frac{p}{\pi}$, qui s'exercent au voisinage immédiat des lignes de charge A et A′ et tendent à écarter les deux moitiés de la plaque. Si au voisinage de A on fait tendre simultanément x et z vers zéro en établissant entre elles une relation $z = kx$, le premier terme de N_1 prend la forme $\frac{k}{(1 + k^2)^2} \times \frac{1}{x}$ et est infini pour $x = 0$.

Les courbes pour lesquelles $N_1 = 0$ sont représentées sur la figure en traits



pleins. Elles montrent que N_1 est une traction, à l'intérieur d'un noyau central et dans deux couches superficielles, d'épaisseur relativement faible.

Distribution des valeurs de N_3. — Sur le plan horizontal médian, on a

$$N_3 = -\frac{2ph^3}{\pi} \left[\frac{4}{(4x^2 + h^2)^2} - \frac{1}{(x^2 + h^2)^2} - \frac{h^2 - 3x^2}{4(x^2 + h^2)^3} \right].$$

Pour $x=0$, on a

$$N_3 = -\frac{2p}{\pi h}\times\frac{11}{4}.$$

C'est une compression. Puis, pour $x=0,61h$, on a $N_3=0$.

Pour des valeurs de x plus grandes, N_3 est positif et représente une traction, dont le maximum s'obtient aux environs de $x=h$ et ne dépasse pas $\frac{2p}{\pi h}\times 0,15$, et dont la valeur devient rapidement très faible. (Pour $x=\frac{3}{2}h$ et pour $x=2h$ on trouve, pour coefficients de $\frac{2p}{\pi h}$, les valeurs 0,012 et 0,005 respectivement.) Sur les deux bases on a $N_3=0$, comme il a été dit.

Enfin le long du plan vertical $x=0$, on a

$$N_3 = -\frac{2p}{\pi}\left(\frac{1}{z}+\frac{1}{z'}-\frac{1}{h}-\frac{zz'}{h^3}\right).$$

Au milieu de la hauteur on retrouve la valeur $-\frac{2p}{\pi h}\times\frac{11}{4}$ qui est un minimum. Au voisinage de A on a une valeur infinie, dont le terme principal est $-\frac{2p}{\pi z}$.

La courbe pour laquelle $N_3=0$ a en gros la forme figurée en pointillé. N_3 représente donc une traction dans tout l'espace extérieur à certain noyau central.

Distribution des valeurs de T_2. — On a $T_2=0$, d'abord sur les deux bases, ensuite sur tout le plan horizontal médian, à cause de $z-z'=0$, et enfin sur tout le plan vertical $x=0$.

Ces résultats s'appliqueraient encore, comme on sait, à la tranche mince découpée dans la plaque, indéfinie, par deux plans parallèles à zOx. On aurait donc par là un moyen de contrôle expérimental. Bien entendu il ne s'agit là que d'une solution approximative, du genre de celles qu'on recherche en Résistance des Matériaux, car il est évident que la condition de continuité, exprimée par $\Delta(N_1+N_3)=0$, n'est pas satisfaite.

CHIMIE MINÉRALE. — *Poids atomique du cadmium.* Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **Gérard**.

Nous avons purifié le cadmium par le procédé suivant : le métal a été dissous dans l'acide sulfurique, et nous avons fait passer un courant de H^2S, pendant plusieurs heures, de manière à précipiter le cadmium avec du cuivre et une petite quantité de zinc. Nous avons lavé le précipité, puis il

a été dissous dans HCl concentré. L'excès d'acide a été chassé par évaporation. Nous ajoutons un grand excès d'une solution concentrée de carbonate d'ammonium. Le carbonate de cadmium seul est précipité. Ce traitement a été répété trois fois.

Le carbonate de cadmium est lavé, séché et pesé, puis introduit dans un creuset de forme spéciale traversé par un courant d'hydrogène pur. On calcine de manière à chasser CO^2 et finalement l'oxyde de cadmium est réduit par H. On pèse le cadmium. Soient p le poids de CO^3Cd, p' celui de Cd; le poids atomique est donné par l'équation

$$\frac{p}{p'} = \frac{x + 60}{x}.$$

Cinq déterminations ont été faites :

	p.	p'.	Poids atomique.
I	0,5500 g	0,3585 g	112,32
II	0,6050	0,3943	112,28
III	0,6600	0,4302	112,32
IV	0,6171	0,4023	112,37
V	0,5445	0,3549	112,31

La moyenne de ces cinq déterminations est 112,32. Le poids atomique adopté par la Commission internationale est 112,40.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de l'action du phosphate tribasique de sodium sur l'α-monochlorhydrine de la glycérine.* Note [1] de M. O. BAILLY, présentée par M. Ch. Moureu.

H. King et L. Pyman [2] ont récemment montré que l'action du phosphate tribasique de sodium sur l'α-monochlorhydrine de la glycérine en solution aqueuse et froide conduit à l'obtention de glycérophosphate de sodium. *Se basant simplement sur son mode d'obtention*, ils ont fait de ce glycérophosphate l'isomère α, attribuant ainsi à la réaction le mécanisme simple ci-dessous :

(1) $PO^4Na^3 + CH^2Cl.CH.OH.CH^2.OH = NaCl + PO^4Na^2.CH^2.CH.OH.CH^2.OH.$

Mais lorsqu'on procède à l'extraction, à l'état de sel de calcium, de l'éther

---

(1) Séance du 22 novembre 1915.

(2) H. KING et PYMAN, *Trans. ch. Soc.*, t. 105-106, 1914, p. 1238.

glycérophosphorique qui a pris naissance dans la réaction de King et Pyman, on constate que, après addition de $CaCl^2$, la réaction de la liqueur de neutre à la phtaléine devient acide à cet indicateur et qu'il faut utiliser une quantité non négligeable de soude pour réobtenir la neutralité. Autrement dit, tout se passe comme si la liqueur contenait une certaine proportion de phosphate bisodique. Dès lors, d'où provient ce phosphate bisodique? Il faut bien admettre qu'une réaction non signalée par King et Pyman intervient pour lui donner naissance. Quelle est cette réaction?

C'est dans le but de répondre à cette question que j'ai entrepris l'expérience suivante : à une solution de phosphate trisodique préparée avec $PO^4Na^2H, 12H^2O$, 89^g,50; solution de soude à 30 pour 100, 33^g,33; eau distillée, quantité suffisante pour faire 400$^{cm^3}$, j'ai ajouté une solution de 27^g,62 d'α-monochlorhydrine de la glycérine dans quantité suffisante d'eau distillée pour faire 100$^{cm^3}$. J'ai maintenu le mélange à la température constante de 18° et j'ai procédé de temps en temps à des titrages : 1° de NaCl libéré volumétriquement, par la méthode de Charpentier-Volhard; 2° de PO^4Na^3 disparu, volumétriquement, par alcalinimétrie; 3° de $PO^4Na^2C^3H^5(OH)^2$ formé, pondéralement, en appréciant à chaque essai la diminution de la quantité de phosphore précipitable par le réactif ammoniacomagnésien. J'ai obtenu les résultats suivants rapportés à une molécule-gramme de PO^4Na^3 ou de $C^3H^5(OH)^2Cl$ mis en œuvre :

Temps en heures.	NaCl formé (en molécules).	PO^4Na^3 disparu (en molécules).	$PO^4Na^2C^3H^5(OH)^2$ formé (en molécules).	Excès (en molécules) de NaCl libéré ou de PO^4Na^3 disparu sur $PO^4Na^2C^3H^5(OH)^2$ formé.
2.....	0,535	0,535	0,066	0,469
4.....	0,600	0,605	0,117	0,483-0,488
7.....	0,680	0,680	0,214	0,466
10.....	0,715	0,715	0,280	0,435
25.....	0,775	0,775	0,501	0,274
51.....	0,850	0,850	0,661	0,189
100.....	0,915	0,915	0,764	0,151
200.....	0,945	0,950	0,829	0,116-0,121
290.....	0,950	0,950	0,841	0,109

Il ressort de l'examen de ce Tableau que, s'il y a concordance parfaite entre les quantités de NaCl libéré et les quantités de PO^4Na^3 disparu conformément à l'équation (1), il y a au contraire discordance entre ces mêmes quantités et les quantités de $PO^4Na^2C^3H^4(OH)^2$ formé contrairement à la même équation.

La seule façon d'expliquer cette observation consiste à faire intervenir une seconde réaction qui, libérant du chlorure de sodium et faisant disparaître du phosphate trisodique, n'entraîne pas la formation corrélative de glycérophosphate de sodium. Seules les deux équations suivantes remplissent cette condition :

$$(2)\qquad PO^4Na^3 + C^3H^5(OH)^2Cl + H^2O = PO^4Na^2H + NaCl + C^3H^5(OH)^3,$$

$$(3)\qquad PO^4Na^3 + CH^2Cl - CH.OH - CH^2OH$$

$$= PO^4Na^2H + NaCl + \overset{\overbrace{\quad O \quad}}{CH^2 - CH} - CH^2OH.$$

Une seconde observation permet de décider entre elles. Si l'on pousse plus à fond l'examen des chiffres ci-dessus, on s'aperçoit, en effet, que l'excès de NaCl libéré ou de PO^4Na^3 disparu sur $PO^4Na^2C^3H^5(OH)^3$ formé va en diminuant à partir de la quatrième heure environ.

La seule explication à cette nouvelle observation consiste à admettre qu'il y a formation de glycérophosphate de sodium à partir de composés ayant pris naissance par le jeu des réactions (2) ou (3).

Comme il serait invraisemblable de concevoir la formation de glycérophosphate de sodium par action de la glycérine sur PO^4Na^2 ou PO^4Na^3 en présence ou non de NaCl (j'ai d'ailleurs soumis cette hypothèse au contrôle expérimental), stait la reseule hypothèse de l'action de PO^4Na^2H sur le glycide

$$(4)\qquad PO^4Na^2H + \overset{\overbrace{\quad O \quad}}{CH^2 - CH} - CH^2.OH = PO^4Na^2 - C^3H^5(OH)^2.$$

Pour la vérifier, j'ai mis en présence en solution aqueuse, molécule à molécule, du phosphate bisodique et du glycide préparé selon les indications de Bigot [1], c'est-à-dire par action du sodium sur l'α-monochlorhydrine de la glycérine en solution dans l'éther anhydre. *J'ai constaté qu'effectivement glycide et phosphate bisodique réagissaient lentement l'un sur l'autre pour donner du glycérophosphate de sodium.* Dans les conditions de l'expérience précédente, près de 80 pour 100 du glycide mis en œuvre sont transformés en α-glycérophosphate de sodium au bout d'une huitaine de jours.

Cette constatation, outre qu'elle démontre en passant la lenteur avec laquelle le glycide fixe l'eau à froid pour donner de la glycérine, prouve irréfutablement que la formation de glycérophosphate de sodium dans

---

(1) Bigot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. 22, p. 482.

l'expérience de King et Pyman a lieu, *au moins en grande partie*, par le jeu des équations (3) et (4). Le seul mode de formation est dès lors insuffisant pour permettre d'attribuer la constitution α à l'éther glycérophosphorique obtenu dans l'expérience des auteurs anglais, rien ne s'opposant, *a priori*, à ce que l'action du glycide sur PO^4Na^2H, conduise aussi bien à l'acide α qu'à l'acide β-glycérophosphorique.

Ces faits enlèvent tout espoir de réalisation de synthèse des β-glycérophosphates par action du phosphate trisodique sur la β-monochlorhydrine. Ils donnent enfin, à la synthèse des α-glycérophosphates, à partir des allylphosphates, que j'ai récemment publiée, une importance primordiale.

HYDROLOGIE. — *Sur la contamination des eaux souterraines par suite de la guerre.* Note (¹) de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. L. De Launay.

Deux opinions sont en présence sur la durée de contamination des eaux souterraines par suite des inhumations et autres causes de pollution dans les champs de bataille du nord-est de la France.

On n'était pas bien fixé sur la durée de conservation et de virulence des microbes pathogènes des cadavres dans les différents sols.

On pensait que la survie variait, selon les germes et les conjonctures, de quelques jours à plusieurs mois, et l'on admettait généralement que, faute de précautions suffisantes lors des inhumations, les putréfactions « diffusent latéralement et vont souiller la nappe souterraine ». (Drs Roger et Dopter.)

On savait, en outre, que les matières organiques entraînées par l'eau deviennent nuisibles parce que leur putridité introduit des causes d'infection dans l'organisme humain, par l'absorption des toxines et des ptomaïnes.

Bref, tout en ne connaissant pas bien, quant à présent, le vrai mécanisme bactériologique de la décomposition des cadavres, on tenait pour certain que l'ingestion d'une eau en contact avec les résidus de cette décomposition peut être dangereuse.

Outre les inhumations et enfouissements hâtifs depuis le début des hostilités, l'entraînement surabondant des *excreta* dans les eaux souterraines y multiplie les germes pathogènes; enfin, les puits, les sources et les captages d'eau ont été fréquemment empoisonnés par les Allemands, en y jetant non seulement des cadavres, mais encore des substances vénéneuses.

(¹) Séance du 15 novembre 1915.

Quel est le contre-coup de cette situation sur l'alimentation publique en eau potable ?

Une première opinion, continuant à exagérer à tort le pouvoir épurateur naturel des sous-sols, estime qu'au bout de moins d'une année la décomposition des cadavres est tellement complète que les eaux souterraines sont devenues indemnes.

Une seconde opinion a tenu à distinguer les sous-sols secs des sous-sols humides, et c'est cette manière de voir qui est la vraie. Depuis longtemps, en effet, on a reconnu que l'humidité du sous-sol retarde ou arrête la désintégration cadavérique (¹).

En fait, il n'y a que les zones sableuses et les alluvions suffisamment épaisses et fines, ainsi que les craies *de grande épaisseur* qui soient favorables à cette décomposition. Partout ailleurs, les intercalations, souvent très rapprochées, de couches argileuses, marneuses, schisteuses imperméables retiennent les nappes souterraines, parfois si près du sol, que les cadavres y baignent, s'y transforment en adipocire et les contaminent.

Mes explorations d'abîmes avaient déjà démontré que les calcaires crevassés retardent la squelettisation des carcasses; en effet les sous-sols calcaires sont presque toujours humides, non seulement à cause de leur eau de carrière ou de constitution, mais surtout à cause de leur fissuration naturelle où les infiltrations entretiennent les suintements et même les écoulements à peu près permanents. Cela est prouvé par les températures fraîches des cavernes, où, même à 200^m ou 300^m sous terre, le principe de la géothermique est mis en défaut par l'introduction des eaux froides de la surface. J'ai constaté, à bien des reprises, que les cadavres d'animaux précipités à 50^m, 100^m et même 200^m de profondeur, parmi les talus de débris, accumulés au fond des gouffres, mettaient *plusieurs années* à se décarniser; l'humidité permanente et l'absence de lumière retardant la putréfaction en les faisant passer par la phase intermédiaire du gras des cadavres (adipocire).

Au puits de Padirac (Lot), notamment, les dépouilles de bœufs rencontrées lors de nos premières visites (1889 et 1890) n'étaient pas encore décharnées en 1895 et 1896.

Au gouffre des Corbeaux, près Bélesta (Ariège), j'ai trouvé, encore à l'état de charognes, des chevaux qu'on y avait jetés plusieurs années auparavant, à cause de la morve (*Comptes rendus*, 16 juillet 1907), etc.

(¹) MACÉ et IMBEAUX, *Traité d'Hygiène*, fasc. 12, p. 331.

En 1915, au cours de deux missions aux champs de bataille de Champagne et de Lorraine, j'ai fait les constatations confirmatives suivantes :

A la fin de janvier 1915, les premières exhumations effectuées par le Dr Thierry aux sources de la Dhuis, pour le compte de la Ville de Paris, ont révélé que les morts ensevelis depuis quatre mois et demi en pleine terre calcaire imprégnée d'eau étaient encore, même à 2^m de profondeur, au début de leur décomposition.

Dans une petite ville de notre frontière de l'Est, qu'il m'est interdit de nommer, mais qui a été particulièrement martyrisée par les Allemands, j'avais à rechercher, géologiquement, si l'on pouvait autoriser le captage d'une source présentant la solution la plus économique pour rendre de l'eau potable aux habitants déjà revenus sur place. Une expérience de coloration à la fluorescéine m'a démontré (septembre 1915) la communication directe (au bout de 8 jours seulement) avec un gouffre absorbant ou bétoire distant de 2^{km} (dans les calcaires triasiques du Muschelkalk). En 1909, une analyse d'eau de la source avait été favorable; certaines précautions de périmètre de protection auraient permis, à la rigueur, le captage, si une nouvelle analyse avait été satisfaisante. Malheureusement, celle-ci vient de dénoncer une moyenne de 4500 colonies au centimètre cube, des espèces putrides, et plus de 1000 coli-bacilles par litre. On a donc dû renoncer à ce captage et rechercher une autre solution qui sera beaucoup plus onéreuse. La contamination prolongée est due, depuis le début de septembre 1914, à deux tombes sur le rebord même du gouffre absorbant et à l'enfouissement (contrairement à la loi du 15 février 1902) de chevaux, dont les restes se voient encore au point même de disparition des eaux. Ici donc, *l'infection de l'eau souterraine persiste au delà d'une année entière.*

Je conclus formellement qu'il en est de même de toutes les circulations d'eaux souterraines peu profondes, qui ont été exposées depuis le début des hostilités à la multiplication des pollutions résultant des *excreta*, déchets contaminés, ensevelissements, enfouissements, empoisonnements par malveillance, etc.

Donc il faut procéder le plus tôt possible aux assainissements du sous-sol et aux exhumations, dans tous les points où les eaux souterraines sont assez près de la surface pour que les contaminations continuent à s'y propager; c'est ce qui avait été proposé et demandé, entre autres mesures, dans le rapport fait par M. Brisac, directeur de l'Assistance et de l'Hygiène

publiques, au Conseil supérieur d'hygiène publique de France, le 8 mars 1915, et publié au *Journal officiel* du 11 avril.

Ce travail d'exhumation n'est pas nécessaire partout, mais seulement selon des cas d'espèces; il s'impose d'urgence dans un grand nombre des localités, où la vaillante énergie française cherche dès maintenant à reconstituer les foyers détruits et pour lesquels un des plus indispensables facteurs de réoccupation est, au premier chef, l'*eau potable*.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *Nouvelle méthode de radioscopie chirurgicale en lumière rouge*. Note (¹) de M. J. **Bergonié**, transmise par M. d'Arsonval.

La chirurgie n'a pas encore tiré de la radioscopie la collaboration si importante qu'elle peut en attendre; cela à cause des deux méthodes défectueuses ordinairement employées. Dans l'une, le chirurgien opère constamment sous l'écran, se condamne à l'obscurité pour ne pas perdre son adaptation et s'expose inconsidérément aux rayons X. Dans l'autre, le chirurgien opère en pleine lumière, mais dépend d'un aide radiographe qui *lui commande* et guide son intervention, car lui seul perçoit les images radioscopiques.

Les inconvénients de ces deux méthodes sont si graves que beaucoup de chirurgiens n'ont jamais voulu ni opérer dans l'obscurité, ni renoncer à diriger eux-mêmes leurs interventions. Il faut, de plus, les préserver de la radiodermite des mains, pour eux surtout si pleine de menaces.

Voici une nouvelle méthode qui, après expériences répétées, paraît répondre à tous les desiderata et laisse le chirurgien et le médecin-électricien, qui collaborent, travailler chacun selon leur compétence. Nous l'avons appliquée à l'extraction des projectiles non magnétiques, l'électro-vibreur restant toujours, pour les autres, la méthode de choix; elle pourrait s'appliquer à bien d'autres interventions : ablations d'esquilles, réduction parfaite des fractures, etc.

Opérons en chambre noire et éclairons le champ opératoire par de la lumière rouge, intense et saturée, venant d'une source analysée au spectroscope et ne donnant ni rayons verts, ni rayons jaunes, radiations émises par l'écran fluorescent frappé par les rayons X. Pour un certain éclairement du champ en lumière monochromatique rouge, non seulement le

(¹) Séance du 22 novembre 1915.

chirurgien et ses aides opèrent facilement, mais encore conservent ou augmentent, même pendant l'opération, leur sensibilité visuelle, ainsi que la netteté et la saturation des images radioscopiques vertes (*effet de contraste*). Aussi, lorsqu'on supprime la lumière rouge pour lui substituer la radioscopie en dessous, du champ opératoire, les images sur l'écran sont-elles immédiatement et nettement perçues par tous. Une fois les indications fournies par cette radioscopie momentanée bien fixées, *discutées par tous les assistants*, s'il y a lieu, l'écran, protégé par un tissu stérile, est écarté du champ opératoire et l'opération continue en lumière rouge.

Et ainsi, par alternances successives de radioscopies brèves, étroitement diaphragmées, et d'actes opératoires en lumière rouge; la radioscopie guidant le chirurgien lui-même et ses aides, à l'instant où ils le désirent, leurs mains étant facilement tenues en dehors du faisceau étroit de rayons X et les phases actives de l'opération se passant toutes en lumière rouge.

La lumière monochromatique rouge, dont nous nous servons depuis 3 mois à l'hôpital n° 4 de Grand-Lebrun, est fournie par une sorte de plafond lumineux surplombant la table d'opération, ayant à peu près les mêmes dimensions qu'elle, de manière à n'avoir pas d'ombre portée, contenant 20 lampes de 25 bougies dont la lumière, pour devenir monochromatique, filtre à travers deux verres rouge rubis du commerce. La sensibilité visuelle (¹) avec cet éclairement, est très suffisante, de l'avis des chirurgiens, pour bien opérer. On sait d'ailleurs qu'il faut un éclairement d'autant moins intense, pour obtenir une sensibilité visuelle déterminée, qu'on examine les objets en lumière moins réfrangible (Macé de Lépinay et Nicati); que l'inertie rétinienne augmente avec la réfrangibilité, et que, d'autre part, dans ces conditions, les couleurs saturées sont cependant vues comme si elles étaient fortement mélangées de blanc (Charpentier). Toutes ces conditions sont favorables pour faciliter au chirurgien sa besogne en lumière rouge.

La pratique a démontré que la durée de chaque pose en lumière verte (rayons X) ne dépasse guère 30 secondes; que le nombre de ces poses varie évidemment suivant le cas. Exemple : il en a fallu deux pour un shrapnell dans le talon et six pour un autre au niveau du col du fémur, à 10^{cm} de profondeur, chez un homme gras et musclé.

A noter, entre autres choses, qu'en lumière monochromatique rouge, la teinture d'iode est à peu près incolore, que le sang artériel est à peine

(¹) A. Charpentier, *Perception des objets et de leur forme avec netteté*.

teinté, que le sang veineux est fort différent et que le plus léger commencement d'asphyxie, chez l'anesthésié, se traduit par une coloration presque noire.

MÉDECINE. — *Cinq cent cinquante cas de syphilis traités par un composé organique d'arsenic, de bromure d'argent et d'antimonyle.* Note de MM. **A. Renault**, **L. Fournier** et **L. Guénot**, présentée par M. A. Laveran.

Dans le but d'accroître le pouvoir parasiticide de l'arsénobenzol, M. Danysz, de l'Institut Pasteur, a eu, l'un des premiers, l'idée de combiner ce corps à divers sels métalliques et à divers métalloïdes. Il a ainsi obtenu plusieurs préparations, dont deux surtout, l'une bromo-argentique, l'autre bromo-argentique antimoniée, lui ont donné d'excellents résultats dans certaines trypanosomiases expérimentales et dans la syphilis expérimentale du lapin.

Employés dans notre service de l'hôpital Cochin contre la syphilis humaine, ces deux composés se montrèrent également très actifs. Ces premiers résultats, présentés par M. Danysz à l'Académie des Sciences il y a deux ans ou publiés par lui dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, ont été pleinement confirmés par ceux que nous a donnés l'usage prolongé de ces composés dans le traitement de la syphilis de l'homme.

Le produit bromo-argentique antimonié, désigné communément par M. Danysz sous le nom de 102, nous a surtout paru mériter une place à part dans la thérapeutique de la syphilis, en raison de ce fait capital que l'écart entre la dose parasiticide et la dose toxique est ici plus grand que pour tous les autres composés arsenicaux organiques.

Il commence, en effet, à manifester son action thérapeutique aux doses relativement très faibles de $0^g,10$ et même $0^g,05$, alors que sa toxicité est d'environ $0^g,10$ par kilo chez le lapin.

Nous avons actuellement traité par les injections intraveineuses du produit de M. Danysz plus de 500 syphilitiques, presque tous à la période du chancre ou à la période des accidents secondaires.

Les injections sont pratiquées tous les 3 ou 4 jours en commençant par la dose de $0^g,10$ ou $0^g,15$ et en augmentant progressivement jusqu'à la dose de $0^g,30$ ou $0^g,35$ pour atteindre, en 6 ou 7 injections, la dose totale de $1^g,20$ à $1^g,50$.

La première injection intraveineuse est ordinairement suivie d'une réaction fébrile plus ou moins intense, mais sans troubles gastro-intestinaux et, le plus souvent, sans céphalalgie, sans crise nitritoïde, sans aucun phénomène pénible. Les injections suivantes ne produisent pas de réaction appréciable ou seulement une réaction insignifiante. Dans deux ou trois cas, nous avons observé, le lendemain de l'injection, une éruption ortiée ou un érythème scarlatiniforme accompagné d'une fièvre modérée et disparaissant en deux ou trois jours. Ce sont là les seuls accidents que nous ayons eu à enregistrer.

Les effets thérapeutiques immédiats nous ont paru comparables à ceux donnés par l'arséno-benzol : guérison rapide de l'accident primitif ou des accidents secondaires, disparition des tréponèmes à la surface des lésions dès le lendemain de la première injection, amélioration remarquable de l'état général. Très efficaces également ont été les résultats dans le traitement de quelques accidents syphilitiques tertiaires (gommes sous-cutanées, périostites gommeuses, etc.).

L'action sur la réaction de fixation, recherchée de mois en mois après la dernière injection, s'est montrée assez variable, comme pour l'arséno-benzol. Chez les malades porteurs d'un chancre syphilitique de quelques jours, et chez lesquels la réaction de fixation était négative au moment du traitement, l'évolution de la maladie a semblé enrayée et la réaction est restée jusqu'à présent négative; or, plusieurs de ces malades ont été traités depuis plus d'un an.

Chez les malades dont la réaction est positive au moment du traitement, cette réaction s'atténue considérablement ou disparaît. Mais ici, comme dans le traitement par l'arséno-benzol, une attentive surveillance est nécessaire, car la réaction peut réapparaître au bout de plusieurs mois. Il est alors nécessaire de pratiquer une ou plusieurs nouvelles injections.

En résumé, le composé arsenical bromo-argentique-antimonié de M. Danysz nous a donné, dans le traitement de la syphilis, des résultats très favorables, comparables à ceux produits par l'arséno-benzol; mais ces effets sont obtenus par des doses d'arsenic moins considérables et avec des phénomènes réactionnels bien moins intenses et bien moins pénibles. Employé suivant la méthode que nous avons indiquée, il ne semble pas que ce composé soit susceptible de provoquer aucun accident grave.

Pour toutes ces raisons, son emploi réalise sans aucun doute un important progrès dans le traitement de la syphilis.

Telle est également la conclusion à laquelle est arrivé M. le Dr Raspail

dans les recherches qu'il a poursuivies sur le traitement de la syphilis par les composés bromo-argentiques et stibico-bromo-argentique de l'arsénobenzol. M. Raspail a eu l'occasion de traiter 50 cas, principalement des secondaires, à l'hôpital du Val-de-Grâce, et voici les conclusions consignées dans un rapport présenté à l'autorité militaire, dont il a bien voulu nous communiquer la copie :

« Le produit 102, découvert par M. Danysz, présente surtout les avantages suivants :

» 1° La stabilité relativement grande de cette préparation dont la solution se conserve pendant plusieurs heures sans s'altérer, ce qui permet de traiter successivement un grand nombre de malades;

» 2° La facilité du traitement, qui ne demande qu'une instrumentation très simple;

» 3° L'innocuité absolue du traitement, qui ne produit jamais qu'une réaction passagère et inconstante, dépourvue de toute gravité;

» 4° La rapidité du traitement qui ne nécessite qu'un jour d'intervalle entre chaque injection;

» 5° Son efficacité remarquable. Les accidents primaires aussi bien que secondaires et tertiaires cèdent en quelques jours sous l'influence de doses qui sont toujours beaucoup moins fortes que celles nécessitées par le salvarsan et le néosalvarsan.

» Dans 80 pour 100 des cas traités, l'emploi de 1^g à $1^g,20$ du produit 102 a amené une réaction négative à l'examen du sang 1 à 2 mois après le traitement. »

A 16 heures, la séance publique est levée en signe de deuil.

L'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 20 septembre 1915.)

Note de M. *Jules Andrade*, Méthodes chronométriques pour les mesures du champ magnétique terrestre :

Page 346, ligne 9, *au lieu de* valeur $-\varepsilon$ de μ, *lire* valeur $-\varepsilon$ de u.

Page 347, seconde des formules (7), les termes en $\frac{\mu}{k}$ et $\frac{\mu^3}{k^3}$ doivent être affectés du signe *moins*.

(Séance du 11 octobre 1915.)

Note de M. *Henryk Arctowski*, Sur les facules solaires :

Page 435, ligne 19, *au lieu de* 106, *lire* 160.
Page 437, ligne 9, *au lieu de* gagnent une étendue, *lire* gagnent en étendue.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie les *Procès-verbaux des séances de l'Académie tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, publiés, conformément à une décision de l'Académie, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tome VI : 1816-1819.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le *Catalogue de* 14263 *étoiles comprises entre* + 16° *et* + 24° (*zone photographique de Paris*), *observées en* 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, *réduites à* 1900.0, publié et imprimé par l'Observatoire d'Abbadia.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un de ses Membres qui devra occuper, dans la première Section de la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques* (Section de Médecine et de Chirurgie), la place laissée vacante par le décès de M. *Ch. Bouchard*.

M. **A. Laveran** réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

Mme **Viguier-Tessier** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari, mort au champ d'honneur.

Mme **L. Loisel** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

MM. **Albert Anthiaume**, **Jean Escard**, **F. Marguet** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **H. Douvillé**; MM. **Jules Amar**, **E. Carvallo**, **L. Mengaud**, **L. Nattan-Larrier** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Déclarations de l'*Institut *et des* Universités de France *à propos du manifeste des intellectuels d'Allemagne*.

2° *Mines et tranchées*, par Henry de Varigny.

3° *Recherches sur la Géologie agricole et l'Hydrologie de la Beauce*, par G.-F. Dollfus. (Présenté par M. H. Douvillé.)

HORLOGERIE. — *Un échappement d'horloge au treizième siècle.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. L. Lecornu.

Le plus ancien mécanisme connu d'horloge à poids est celui que fit exécuter, vers 1370, Charles V, roi de France.

L'échappement, dit *à roue de rencontre*, qui existe dans ce mécanisme du XIVe siècle, est donc le plus ancien; et comme l'ouvrier Henri de Vic qui construisit cette horloge était Wurtembergeois, on a admis jusqu'ici que l'invention de l'échappement était d'origine allemande.

Or il n'en est rien, car dans un manuscrit dessiné de 1240 à 1251, par l'architecte *français* Villard de Honnecourt (près Cambrai), il y a une horloge à poids de type primitif, comportant un échappement par chocs successifs sur une corde, précurseur de l'échappement à roue de rencontre.

La figure 1 représente, d'après Villard de Honnecourt, le mécanisme à

corde faisant tourner sur un axe vertical la statue d'un ange, avec une vitesse telle que l'ange ait toujours son doigt tourné vers le Soleil.

La légende de cette figure est écrite en patois picard :

« Par chu fait om un angle tenir son doit ades vers le Solel. »

(Par ce moyen fait-on qu'un ange tienne son doigt tourné vers le Soleil.)

Ce dessin original, seul, ne permet pas de saisir facilement le fonction-

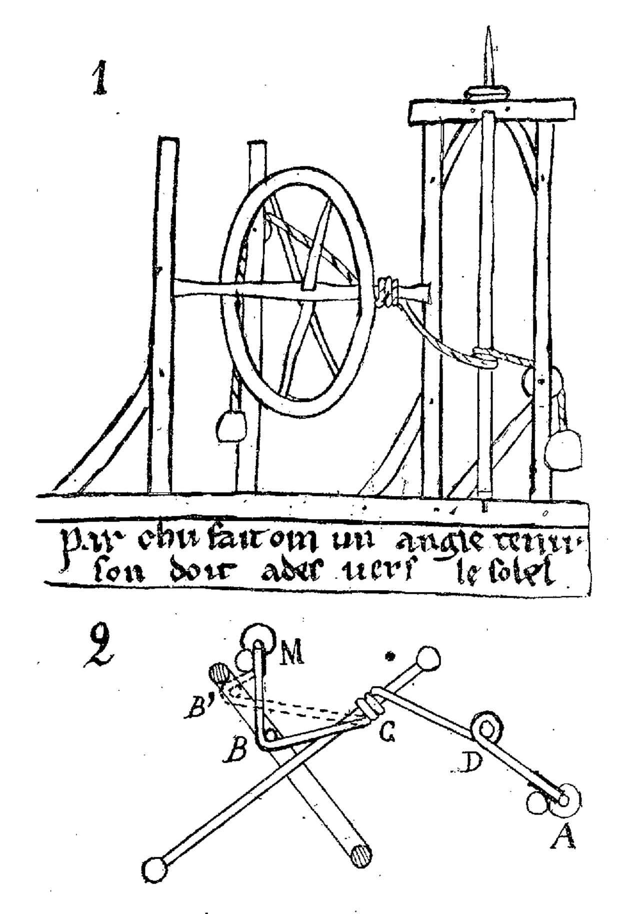


Fig. 1 et 2. — Échappement d'horloge du XIII[e] siècle.

nement de la machine, mais en le complétant par sa projection horizontale (*fig.* 2), on comprend mieux comment opérait cet échappement pour arrêter périodiquement l'effort de traction du poids moteur.

En outre, il est nécessaire de supposer la corde enroulée dans le sens indiqué au point C (*fig.* 2), c'est-à-dire dans le sens contraire de celui qui est tracé sur le dessin original (*fig.* 1).

La corde, tendue à une de ses extrémités par un poids antagoniste A, est tirée à l'autre extrémité par un poids moteur M, et passe sur le bras B d'un volant, près de la couronne.

Sous l'effort de traction de la corde, agissant à l'extrémité de ce bras de levier, le volant est entraîné.

Quand le bras B est arrivé en B', il coince la corde prise entre la couronne et le bras du volant, et en outre appuyée contre le pilier.

La somme de ces frottements annule l'effort de traction du poids moteur, et le volant, continuant sa rotation par la force vive acquise, donne alors, sur la corde, un choc qui le fait rebondir. Le volant retourne donc vivement en arrière, produisant la détente de la corde qui se met à glisser à la fois sur l'arbre du volant, en C, et sur l'axe vertical, en D, tandis que le poids A redescend avec une très faible vitesse initiale.

Ces mouvements alternatifs du volant se réitèrent et, à chaque fois que le volant est entraîné en B', il se produit un déplacement angulaire de la statue qui tourne ainsi de l'Est à l'Ouest, et ce mouvement de rotation se continue jusqu'à ce que le poids moteur soit arrivé au bas de sa course.

Le silence mystérieux gardé sur l'origine de l'invention paraît avoir été motivé par le désir d'impressionner davantage la foule; cette manière d'agir cadre bien avec ce qu'on sait au sujet de l'art des thaumaturges.

PHYSIQUE. — *Sur la double détonation des projectiles à grande vitesse.* Note de M. G. **Moch**.

La double détonation des projectiles à grande vitesse initiale, qui, sous le nom de *claquement de la balle et de l'obus*, a fait l'objet d'une Communication de M. le commandant Agnus à l'Académie (¹), est un phénomène bien connu depuis 30 ans.

C'est, en effet, de 1885 que datent les premiers travaux qui ont conduit le professeur E. Mach, de Vienne, à une théorie dont on a consacré l'originalité en donnant le nom d'*onde de Mach* au phénomène décrit et expliqué par ce savant. Les capitaines Journée et de Labouret, de l'artillerie française, conclurent ensuite à une explication différente, qu'admit le général Sebert. Mach reprit alors ses études (1888 et 1889) et sa théorie prévalut, ainsi que l'a montré le capitaine Hartmann, de l'artillerie française (*Revue d'Artillerie*, octobre 1890, février et mars 1891). A la même époque,

(¹) *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 733.

j'avais fait des observations analogues que j'ai résumées en m'appuyant sur les théories de Mach, dans une Note ajoutée à la troisième édition de mon Ouvrage : *La Poudre sans fumée et la tactique* (mars 1891). Cette dernière Note est comme un résumé anticipé de la Communication qui vient d'être faite à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil d'induction pour la recherche des projectiles.* Note de MM. **P. Le Rolland** et **A. Carpentier**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note à l'Académie du 3 novembre 1914, M. Lippmann a recommandé l'emploi de la balance de Hughes pour déceler les projectiles dans le corps des blessés et insisté sur les avantages que pouvait présenter pour la chirurgie militaire cet appareil simple, portatif et commode [1].

Dans la balance de Hughes, les forces électromotrices induites, dans les secondaires des deux bobines d'induction identiques, s'équilibrent, et cet équilibre est détruit si l'on approche une masse métallique de l'une des bobines.

Un effet identique peut être obtenu par l'emploi d'un seul système d'induction disposé de façon que la force électromotrice induite résultante soit nulle. Par exemple, on peut réaliser un tel système à l'aide de deux bobines dont les axes sont dans le même plan et telles que le plan des spires de l'une soit normal au plan des spires de l'autre [2].

Nous allons décrire le dispositif qui nous a paru réaliser la sensibilité la meilleure.

La bobine inductrice est analogue au primaire d'une bobine d'induction ordinaire (noyau de fer doux et gros fil). La bobine induite est à fil fin; elle est fixée à l'une des extrémités du primaire dans une position telle qu'aucun son ne se fait entendre dans un téléphone mis dans son circuit quand un courant interrompu circule dans le primaire.

Ce courant est celui d'une pile ou d'un accumulateur de 2 volts qui entretient un trembleur, par le jeu duquel, à chaque fermeture du contact, le courant passe en court-circuit dans le primaire. A cet effet, l'électro-aimant du trembleur est en

(1) A la séance du 20 septembre 1915. M. Lippmann a déjà présenté un appareil de M. A. de la Baume-Pluvinel qui est une application directe de la balance de Hughes.

(2) Dans une lettre à Graham Bell, M. Hopkin décrit un appareil formé de deux bobines rectangulaires et croisées à angle droit l'une dans l'autre. Voir G. Bell, *American Journal of Science*, t. 25, 1883, p. 27.

dérivation sur le contact. Un condensateur est également mis aux bornes de la coupure.

Dans ces conditions, la sensibilité d'un appareil dont la bobine induite a 10^{cm} de diamètre est telle qu'une balle allemande peut être décelée à 8^{cm} de la surface de la bobine. Les métaux non magnétiques ont également une action sensible quoique moindre.

Nous avons réalisé sur le même plan un appareil de dimensions réduites (la bobine induite à 1^{cm} de diamètre) et fonctionnant avec le même courant. Il est destiné, recouvert d'une gaine de caoutchouc stérilisée, à être introduit dans la plaie opératoire et à guider le chirurgien pour l'extraction du projectile. Pour la balle allemande sa sensibilité est de 3^{cm} à 4^{cm}.

L'appareil a l'avantage d'être équilibré au point de vue de l'induction par construction et de ne pas nécessiter de réglage. Sa sensibilité, bien meilleure que celle de la balance de Hughes pour la même source de courant, tient à ce qu'on utilise une seule bobine inductrice et qu'on peut renforcer le champ inducteur par un noyau de fer sans nuire à l'obtention du silence qui correspond à l'équilibre.

ÉLECTRICITÉ. — *L'influence électrique dans une cellule à paroi isolante et à noyau liquide.* Note de M. **Louis Malclès**, présentée par M. E. Bouty.

Ce travail est une contribution à l'étude des diélectriques hétérogènes réduits à une forme élémentaire.

J'ai déjà signalé (1) qu'une nappe liquide isolante, soumise à l'action prolongée du champ, finit par acquérir une distribution superficielle toujours très voisine de celle qui se produit en milieu conducteur.

Lorsque la lame est une électrolyte (eau), l'équilibre électrostatique est immédiat, mais si c'est un isolant (huile de vaseline) la distribution finale se fait lentement par le courant résiduel.

Pour soutenir la nappe dans le champ, j'avais imaginé d'abord de verser le liquide dans une cellule d'ozokérite, substance parfaitement isolante, mais ne résistant pas suffisamment à l'action prolongée de certains liquides. Le résultat est plus sûr et la manipulation moins laborieuse si la cellule est en quartz coulé, milieu inaltérable au contact des liquides et aussi réfractaire que l'ozokérite à la pénétration des charges.

---

(1) *Thèse*, 1909, Gauthier-Villars.

La cellule est faite de deux disques de quartz réunis par une couronne de verre. La cavité a 4^{cm} de diamètre et 7^{mm} d'épaisseur. Le liquide y est introduit par une petite ouverture latérale.

Les armatures du condensateur sont séparées par une couronne de paraffine qui supporte aussi la capsule de quartz et la maintient à une petite distance (1^{mm}) des armatures. Le champ du condensateur est diaphragmé par une zone de garde qui intercepte le flux dans la région de la couronne de verre et ne le laisse agir sur l'électromètre qu'au centre de la capsule. Les variations de l'effet d'influence, lorsque la capsule est vide ou pleine, sont indiquées par un électromètre sensible.

1° Des mesures ont d'abord été faites sur le quartz coulé afin de bien définir ses qualités diélectriques. L'échantillon était une lame de 2^{mm} d'épaisseur et de même diamètre que la capsule. L'effet d'influence, sous l'action du champ, fut équilibré à l'aide de notre balance électrostatique, d'abord en l'absence de la lame, puis en présence de la lame. Ces opérations ne révélèrent aucun effet résiduel appréciable. La charge et la décharge simultanées des condensateurs en équilibre, sous le contrôle permanent de l'électromètre, purent s'accomplir sans entraînement notable de l'image. Cet entraînement a été, au contraire, appréciable avec une lame de quartz parallèle, ce qui prouve que le quartz coulé est un meilleur isolant que le quartz cristallisé, toujours doué, d'après J. Curie, d'une faible conductibilité.

Soient E la distance maintenue constante entre les armatures du condensateur, e l'épaisseur de la lame de quartz, K sa constante diélectrique, m et m' les charges recueillies par l'électromètre dans les expériences faites avec la lame et sans la lame, on a évidemment

$$\frac{E}{E - e + \frac{e}{K}} = \frac{m}{m'} = \frac{d}{d'},$$

d et d' étant les déviations observées sur l'échelle. En faisant, d'après les données de l'expérience,

$$E = 8^{mm},8, \qquad e = 2^{mm}, \qquad d = 172^{mm}, \qquad d' = 141^{mm},$$

on obtient pour K la valeur 4,86.

2° En opérant sur la capsule de quartz remplie de liquide et accomplissant sur cette cellule les mêmes opérations que sur la lame, on constate : 1° qu'avec le mercure et l'eau il n'y a ni modification d'équilibre ni effet résiduel apparent après la charge ou la décharge, ce qui s'explique par le déplacement très rapide des ions électrolytiques dans l'eau et par une dis-

tribution de ces ions identique à celle des ions métalliques dans le mercure, ou du moins très voisine; 2° que l'équilibre est encore le même, mais n'est pas instantané, si le liquide est un isolant tel que l'huile de vaseline, l'essence de térébenthine, l'éther de pétrole, auxquels cas la décharge des condensateurs accuse un courant de retour dû à la recombinaison très lente des ions dans la nappe. La mesure des vitesses de recombinaison déduite de l'observation du courant est une méthode que nous avons déjà appliquée à la mesure des conductibilités de quelques liquides très isolants n'altérant pas l'ozokérite. L'emploi de la capsule de quartz permet d'étendre cette méthode à tous les liquides.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la charge du recul radioactif.* Note de M. L. **Wertenstein**, présentée par M. G. Lippmann.

On admet généralement que les atomes de recul partent dès le début avec une charge positive. Cette opinion est basée sur le fait que lesdits atomes se comportent, après leur arrêt, comme des ions positifs monovalents; elle a reçu une confirmation apparente dans les travaux de MM. Makower et Russ qui ont pu mettre en évidence la déviation des rayons a (atomes du recul, suivant la terminologie de Mme Curie) dans le champ magnétique et électrique.

Le problème de la charge du recul présente quelque intérêt théorique, car sa solution est essentielle pour le développement de nos idées sur le mécanisme d'une transformation à rayons α. Il a également une importance d'ordre expérimental, car la charge des atomes du recul apparaît nécessairement dans les mêmes conditions que la charge des rayons α et peut constituer une source d'erreur dans la détermination de la charge d'une particule α. Pour ces raisons je me suis proposé d'étudier la question de la charge du recul, par la méthode directe, c'est-à-dire par la méthode du cylindre récepteur. J'ai choisi comme cas à étudier celui du Ra D projeté dans la transformation du Ra C. Ce choix s'imposait car le Ra C est actuellement la seule substance de vie pas trop courte, dont on puisse réaliser des couches infiniment minces, suffisamment actives pour rendre les mesures de charge possibles. Toutefois la complexité du Ra C entraîne quelques difficultés d'interprétation qui seront discutées plus loin.

Pour étudier la charge des rayons a, j'ai mis à profit leur extrême absorbabilité dans la matière, qui fait qu'une légère feuille d'aluminium battu

les arrête complètement. J'ai utilisé le dispositif devenu classique dans les mesures de charge constitué par la source, un système de diaphragmes convenables et le cylindre récepteur, le tout contenu dans un appareil vidé au plus haut degré possible et placé dans un champ magnétique puissant. J'ai mesuré la charge reçue par le récepteur, la source étant constituée par un dépôt de Ra C : 1° lorsque les rayons n'avaient aucun obstacle à traverser; 2° lorsqu'ils étaient filtrés au travers d'un écran en feuille d'aluminium battu, de $0^{\mu},7$ d'épaisseur; 3° lorsqu'ils avaient à traverser une feuille d'aluminium de $0^{mm},05$ d'épaisseur, suffisante pour arrêter tous les rayons α. D'après ce qui vient d'être dit, la différence entre (1) et (2) donne la valeur de la charge des rayons a, la différence entre (2) et (3) mesure la charge des rayons α. Un dispositif électromagnétique commandé du dehors permettait de déplacer les écrans sans avoir à ouvrir l'appareil vidé et de réaliser successivement les conditions (1), (2) et (3). De cette manière on pouvait effectuer, dans une seule expérience, toutes les trois séries de mesures (1), (2) et (3). Chaque série était représentée par une courbe dressée en fonction du temps, ce qui permettait de réduire les mesures au même instant.

Le vide très élevé nécessaire aux expériences de ce genre est obtenu à l'aide d'une pompe moléculaire de Gaede, associée à une pompe à enveloppe; la pression résiduelle était mesurée à l'aide d'un manomètre absolu de Knudsen, étalonné par comparaison avec une jauge de Mac-Leod. L'emploi de la pompe moléculaire a l'avantage d'enlever les vapeurs aussi bien que les gaz; l'emploi du manomètre de Knudsen permet de mesurer *la pression totale*, qu'elle soit due aux vapeurs ou aux gaz, et non pas la pression partielle des gaz non condensables, comme cela a lieu pour la jauge de Mac-Leod. Je remarquerai en passant que j'ai eu l'occasion d'étudier dans ce travail le fonctionnement de la pompe moléculaire, et j'ai pu m'assurer que les grands avantages de ce puissant appareil sont nécessairement limités par le dégagement continuel des gaz et des vapeurs absorbés par les surfaces des corps solides. Il en résulte que la vitesse de raréfaction n'est pas aussi grande qu'elle apparaît, lorsqu'on suit sa marche avec une jauge de Mac-Leod. Il suffira de dire que je n'ai jamais pu mesurer, à l'aide du manomètre absolu, de pression inférieure à 0,6 dyne par centimètre carré, alors que la jauge de Mac-Leod indiquait une pression de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ dyne : cm^2 au bout de quelques minutes. Les résultats auxquels a conduit ce travail peuvent être formulés comme il suit :

Dans le meilleur vide que j'ai pu atteindre, $\frac{6}{10}$ de dyne : cm^2, les atomes

de Ra D projetés ne portent pas de charge électrique. Lorsque la pression s'élève, ils acquièrent une charge positive graduellement croissante qui atteint et peut même dépasser la valeur de la charge des rayons α. L'interprétation de ces résultats semble évidente. Les atomes de Ra D ne sont pas chargés au moment de leur production. Leur charge positive n'est qu'une conséquence de leurs chocs contre les molécules du gaz ambiant, chocs qui provoquent la séparation d'un ou de plusieurs électrons de l'atome radioactif. Dans cette manière de voir la pression, sous laquelle le rayonnement du recul atteint une charge moitié de celle des rayons α, et où par conséquent chaque atome de Ra D acquiert en moyenne une charge élémentaire, correspond à un chemin libre des atomes projetés, égal à la distance de la source au récepteur. On peut comparer la valeur du chemin libre trouvée de cette manière à la valeur tirée des propriétés ionisantes des rayons *a*, dans l'hypothèse que chaque choc conduit à la production d'une paire d'ions. C'est ainsi qu'on trouve dans ces expériences que le parcours libre à la pression de 1 dyne : cm^2 est égal à 100^{mm} environ, alors que le même parcours calculé à partir de l'ionisation produite serait égal à 90^{mm}, car le chemin libre d'une particule du Ra C calculé dans la même hypothèse pour la portion initiale du parcours est égal à $\frac{760.980.1,35}{2300} = 440^{mm}$ et les rayons *a* ionisent au commencement de leur course cinq fois mieux que les particules α. La concordance entre la valeur théorique et la valeur expérimentale du chemin libre est tout à fait satisfaisante.

Les atomes de Ra D sont capables de perdre plus d'un électron et acquérir des charges polyvalentes. Ceci résulte du fait que la charge du recul peut devenir égale, sous une pression suffisante, à la charge des rayons α. Or, à la pression atmosphérique, les atomes du recul se comportent comme des ions monovalents. Les dissociations des atomes radioactifs, dans les premiers chocs avec les molécules, sont donc suivies de recombinaisons lorsque la vitesse des atomes diminue. Ce jeu des dissociations et des recombinaisons démontre l'analogie étroite qui existe entre les rayons *a* et les rayons-canaux.

La généralisation des résultats précédents, pour les autres cas des transformations radioactives, ne peut être faite qu'avec certaines restrictions, à cause du caractère particulier des transformations du Ra C. En effet, le parent immédiat du Ra D, le Ra C′, a une vie tellement courte qu'on peut supposer que ces atomes, chargés positivement à leur naissance, par suite

du rayonnement β du Ra C_1, conservent cette charge positive au moment de leur destruction. S'il en est ainsi et si, ce qui semble probable, le mécanisme d'une transformation à rayons α est toujours identique à lui-même, les autres cas des transformations radioactives à rayons α devraient conduire à *des atomes chargés négativement*. Pour trancher cette question, je me propose d'étudier, par la même méthode, la charge des atomes de Ra B.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la série des sels hydroxo-pentamino-platiniques.* Note [1] de MM. **L. Tschugaeff** et **W. Khlopine**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente l'un de nous a décrit, en commun avec M. Wladimiroff [2], une série intéressante de dérivés du platine tétravalent, dont la constitution peut être représentée par la formule générale $[Pt\,5NH^3Cl]X^3$. Presque simultanément avec ce travail nous avons réussi à préparer un certain nombre de sels appartenant à une autre série tout à fait analogue, $[Pt\,5NH^3(OH)]X^3$ qu'on peut désigner comme *hydroxo-pentamino-platinique*.

Le carbonate de cette nouvelle série est facilement préparé par l'action de l'ozone sur le chlorure de Peyrone (1^g),

$$\begin{matrix} NH^3 \\ NH^3 \end{matrix} : Pt \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}$$

en présence de carbonate d'ammonium (2^g) et d'ammoniaque en excès. On fait passer dans ce mélange un courant d'ozone assez fort, pendant 2 ou 3 heures, en agitant soigneusement. Au bout de ce temps la couleur jaune du chlorure de Peyrone disparaît, et il se forme un précipité abondant du carbonate du dérivé hydroxylé. Celui-ci est presque insoluble dans l'eau, mais facilement soluble dans l'acide acétique dilué qui en chasse l'acide carbonique en engendrant l'acétate $[Pt\,5NH^3(OH)]Ac^3$. La solution acétique, ainsi obtenue, peut servir comme point de départ pour préparer les autres sels de la série $[Pt\,5NH^3(OH)]X^3$ qui en sont précipités par les acides correspondants (HCl, HNO^3, etc.). Nous avons préparé et analysé le *chlorure* $[Pt\,5NH^3(OH)]Cl^3.H^2O$ qui présente des tables rhombiques et le *nitrate* $[Pt\,5NH^3(OH)](NO^3)^3$ qui cristallise en aiguilles anhydres.

---

(1) Séance du 15 novembre 1915.

(2) L. Tschugaeff et N. Wladimiroff, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 840.

Tous les deux sont modérément solubles dans l'eau froide, beaucoup plus facilement solubles dans l'eau bouillante. Les trois atomes de chlore ainsi que les groupes NO^3 y possèdent le caractère d'ions. Par contre le groupe hydroxyle est complètement masqué tout comme l'atome de chlore dans la série $[Pt\,5NH^3Cl]X^3$. Nous n'avons pas réussi à substituer cet hydroxyle par un halogène ni par un autre atome ou résidu négatif.

En accord complet avec la structure admise pour notre série se trouvent aussi les valeurs de la conductivité moléculaire. Les mesures ont été faites avec le chlorure ($t = 25°$) :

n..............	422,8	444,8
v..............	500	1000[1]

De plus, la trivalence de l'ion $[Pt\,5NH^3(OH)]^{+++}$ a été confirmée au moyen de la méthode de Schulze et Freundlich, qui est basée sur la coagulation des solutions colloïdales du trisulfure d'arsenic par action des électrolytes. Nous avons constaté, en effet, que, d'après son pouvoir coagulant, le chlorure $(Pt\,5NH^3OH)Cl^3$ se range complètement parmi les sels complexes qui donnent par dissociation des ions trivalents, tels que les sels lutéo-cobaltiques $(Co\,6NH^3)X^3$, etc.

La propriété la plus curieuse de la série hydroxo-pentamino-platinique est l'analogie qu'elle présente d'une part avec les séries $(Pt\,5NH^3Cl)X^3$ et $(Pt\,6NH^3)X^4$ et, d'autre part, avec les sels de baryum. Les deux séries pentamino-platiniques correspondent à des bases fortes; elles sont caractérisées par l'insolubilité presque absolue de leurs carbonates, et surtout des sulfates, dans l'eau pure et par la solubilité de ces sels dans les alcalis fixes. Enfin, les chlorures $(Pt\,5NH^3Cl)Cl^3$, $[Pt\,5NH^3(OH)]Cl^3$ et $(Pt\,6NH^3)Cl^4$ sont réduits d'une façon parfaitement analogue par agitation avec du zinc en solution légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. C'est toujours le chlorure de la base I de Reiset $(Pt\,4NH^3)Cl^2$ qui prend naissance dans ces conditions.

GÉOLOGIE. — *Sur l'hydrologie souterraine de l'Alviella (Portugal).* Note [1] de M. **Fleury**, présentée par M. L. De Launay.

Sous le nom d'*Alviella*, on désigne à la fois un affluent de droite du Tage, le Rio Alviella, et une résurgence, « a nascente dos Olhos-d'Agua » dont

(1) Séance du 29 novembre 1915.

les eaux alimentent le Rio et aussi Lisbonne qu'elles gagnent par une canalisation de 114^{km}.

La résurgence est située aux Olhos-d'Agua, à l'extrémité inférieure d'une petite gorge parcourue par le Rio d'Amiaes, ouverte dans un îlot de Dogger calcaire qui perce la nappe tertiaire de l'ancien golfe du Tage et jalonne le bord méridional du chenal effondré qui longe le Massif de Porto-de-Moz. Elle a été fixée en ce point par l'affleurement du Dogger qui est la prolongation au delà du chenal de celui du Massif de Porto-de-Moz et par la dislocation transversale qui a coupé ce chenal en deux tronçons.

Son bassin d'alimentation est constitué par le plateau de Santo Antonio délimité par les sillons de Mendiga et de Mira-Minde. Toutefois, il n'est pas démontré que les eaux des poljes de Mira-Minde et de Mendiga ne franchissent pas les lignes de fracture des sillons.

La résurgence est directement alimentée par les précipitations atmosphériques. Son débit, qui descend rarement au-dessous de 30000^{m^3} par 24 heures, subit des variations saisonnières importantes et souvent aussi des variations brusques. En général, sa courbe s'élève très rapidement et ne s'abaisse qu'assez lentement.

Le plateau de Santo Antonio est constitué par le Dogger calcaire, faillé, corrodé, dénudé, disposé en cuvette peu accusée. Il n'y a aucune couche superficielle filtrante continue, mais seulement de la terre de décalcification parfois transformée en terra-rossa imperméable et accumulée dans les dépressions et les crevasses des lapiés. Les formations lapiaires y sont très développées partout. Durant l'été dernier; j'ai pu explorer plus de cent cavernes (*lapas*) et abîmes (*algares*). Les plus profonds mesurent 95^{m}; presque tous sont obstrués. Certains ont des poches d'eau ou des dépôts stalactiformes indiquant d'anciens niveaux d'eau. L'action mécanique des eaux y est toujours moins apparente que dans les galeries des dolines du polje de Mira-Minde.

La nature et l'état physique des terrains démontrent qu'il n'y a pas de nappe aquifère sous le plateau, mais seulement des cavités irrégulières, allongées, qui constituent un véritable réseau souterrain fonctionnant soit par écoulement direct, soit par siphonnement ou sous pression. La décharge se fait par des *hypochètes* ou siphons renversés qui passent sous le chenal à l'ouest de la dislocation transversale des Olhos-d'Agua et sont coupées par la gorge du Rio d'Amiaes.

Actuellement, il existe deux grandes issues. La première, à la sortie de la gorge, au contact du Dogger et du Tertiaire, est dans le bassin de capta-

tion de la Compagnie des eaux de Lisbonne. L'autre, un peu plus en amont, est dans le Dogger : c'est un véritable puits incliné vers le Nord; elle est séparée du Rio par une muraille. Il y en a plusieurs autres, mais moins importantes.

La gorge du Rio d'Amiaes montre à la partie supérieure une première gorge large et bien ouverte, en V, directement superposée à une seconde, plus étroite et encaissée, en U. Un peu plus bas, pas tout à fait au-dessous, il existe une longue galerie souterraine qui traverse l'îlot de Dogger et se termine en face du puits incliné de la résurgence actuelle; elle est utilisée par le Rio d'Amiaes. Le fond de la gorge en U communique par une large ouverture avec la galerie souterraine et avec deux autres galeries qui s'élèvent lentement vers une grande doline, ou un petit polje situé un peu plus au Sud.

Il semble donc que, primitivement, la résurgence devait être dans cette doline, à une trentaine de mètres au-dessus de la résurgence actuelle, et que ses eaux s'écoulaient vers la gorge supérieure en V, ouverte par l'ancien Rio d'Amiaes, encore alimenté par les réseaux superficiels du plateau.

Le creusement de la gorge en U, qui se fit sous l'influence des eaux de la résurgence, coupa l'hypochète principale, et la résurgence se fixa sur le fond de la gorge.

La forme de la gorge en U favorisa le creusement en aval, et de nouveau l'hypochète fut coupée au-dessus du puits incliné.

Les eaux du Rio s'engouffrèrent dans le tronçon abandonné de l'hypochète, et, aidées par les crues du réseau souterrain, s'ouvrirent lentement un passage vers l'amont, qui fut régularisé dans la suite.

La galerie souterraine présente, en effet, deux lits. A l'amont, ils sont superposés; l'inférieur est très encaissé et débute par une chute de 3^m. A l'aval, le lit supérieur décrit une courbe et se termine par une chute de 3^m, en face du puits incliné.

Ces faits prouvent donc que la résurgence de l'Alviella subit une série de déplacements, qu'elle s'enfonce progressivement sous l'influence du creusement de la gorge de Rio d'Amiaes et qu'elle tend, selon la règle admise, à supprimer ses hypochètes.

CHIRURGIE. — *Enfoncement de l'occipital gauche (par éclat d'obus). Abcès du cerveau et encéphalocèle récidivante; ablation chirurgicale (amputation) ou destruction d'un tiers de l'hémisphère cérébral gauche; guérison sans troubles nerveux consécutifs appréciables.* Note [1] de M. **A. Guépin.**

Rouss..., Louis, 22 ans, soldat au 170e d'infanterie, 1er bataillon, 2e compagnie, blessé le 12 janvier 1915 à Crouy (près Soissons), atteint dans la région occipitale par un éclat d'obus, est apporté à l'hôpital le 22 janvier, dans le coma, avec une encéphalocèle de plus en plus volumineuse; pas de fièvre; néanmoins le chirurgien admet l'existence d'un abcès du cerveau.

Première opération. — Amputation de l'encéphalocèle de la grosseur d'une noix; extraction de trois esquilles osseuses au centre d'un abcès (ventriculaire?) situées à une profondeur de 6^{cm} à 8^{cm}; lavage et drainage de la cavité de l'abcès.

Deuxième opération. — Le 25 février, rechute depuis quelques jours; l'encéphalocèle reparaît volumineuse; il y a de nouveaux signes d'abcès cérébral, cette fois avec fièvre : même opération; dans l'encéphalocèle amputée, on reconnaît la corne postérieure du ventricule latéral; son volume est à peu près égal à celui de la moitié du poing d'un adulte. Sur une artère qui saigne dans la profondeur (striée?), pince à demeure pendant 48 heures; un abcès siégeait au-dessus du cervelet : ouverture et drainage.

Suites parfaites; Rouss... se rétablit peu à peu, éliminant chaque jour de gros débris de substance nerveuse, si bien qu'il paraît avoir perdu, tant du fait de ses deux opérations que de la destruction prolongée pendant plusieurs mois de ses encéphalocèles, environ le tiers postérieur de son hémisphère cérébral gauche.

Le 22 mars, il était convalescent quand il fut pour la première fois parlé de son cas à l'Académie des Sciences [2] (M. le professeur Laveran). Actuellement, Rouss... paraît guéri, depuis longtemps sans aucun trouble notable, moteur sensitif ou sensoriel; peu à peu, il a pu se lever, marcher, retrouver la mémoire des mots et des faits, lire (non sans peine, car il n'est pas instruit), écrire assez correctement.

Il est si bien guéri, semble-t-il, qu'il n'a pu être réformé et qu'il séjourne

(1) Séance du 29 novembre 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 400.

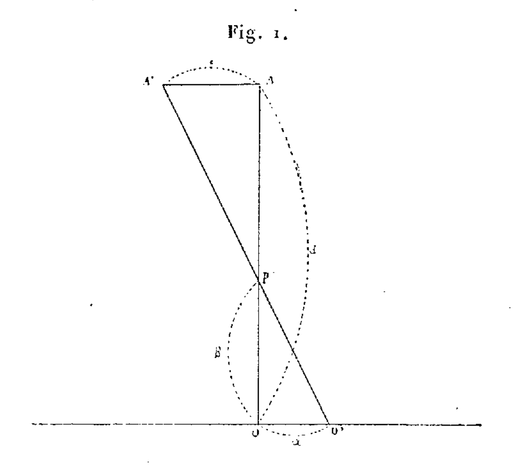
dans un dépôt de convalescents de Neuilly; il est même question soit de le maintenir dans le service armé, soit de le verser dans l'auxiliaire, ce qui suffit à prouver qu'il n'a aucune infirmité constatée malgré l'énorme brèche dans ses centres nerveux.

CHIRURGIE. — *Méthode radioscopique de localisation des projectiles.* Note [1] de MM. **R. Desplats** et **R. Paucot**, présentée par M. Dastre.

But poursuivi. — Nous avons recherché, non une grande précision en vue d'extractions délicates, mais la rapidité, la suppression totale de l'outillage ainsi que des calculs ou constructions géométriques pour chaque cas, de façon que, si rudimentaire que soit l'installation, si nombreux que soient les examens (comme cela peut se produire dans les formations de l'avant), on puisse compléter, d'une façon extemporanée, le diagnostic de présence d'un projectile par l'évaluation de la profondeur à laquelle il se trouve.

Principe. — Pour parvenir à notre but nous avons cherché à nous rapprocher des conditions les plus simples dans lesquelles s'effectue la mesure d'une longueur, à savoir l'application de cette longueur sur une règle gra-

Fig. 1.



duée. Il est impossible d'utiliser ce procédé direct pour mesurer la distance d'un projectile P à la peau ou à l'écran. Il est classique d'employer le déplacement OO′ de l'image (*fig.* 1) lorsqu'on déplace l'ampoule de la posi-

(1) Séance du 29 novembre 1915.

tion A, correspondante au rayon normal, en A′ et d'en déduire par divers procédés (calculs, constructions géométriques, appareils appropriés) la distance OP, ce qui revient toujours à établir entre $AA' = e$, $AO = d$, $OP = \beta$, $OO' = \alpha$, la relation

$$\frac{\alpha}{e} = \frac{\beta}{d - \beta} \tag{1}$$

et à la résoudre par rapport à l'inconnue β.

Mais puisque OO′ est lié à OP par une relation univoque et linéaire, cette distance-ci est représentée par celle-là sans ambiguïté; imaginons alors que suivant OP on dispose cette règle graduée qui permettrait la mesure directe; elle serait projetée sur l'écran et nous y pourrions lire directement à quel endroit de la graduation appliquée suivant OP se trouve le point P, ce qui constitue la lecture de la distance OP. Pratiquement un tel dispositif n'est pas réalisable, mais il est facile de calculer les dimensions de la projection sur l'écran d'intervalles égaux (1^{cm} par exemple) disposés suivant OP en résolvant par rapport à α l'équation (1)

$$\alpha = e\frac{\beta}{d - \beta}.$$

Nous sommes maîtres du facteur e; mais il serait incommode de maintenir fixe la distance d anticathode-écran et il faudra faire le calcul pour une série de valeurs de d. En pratique on fera $e = 10^{cm}$ et l'on donnera à β les valeurs 1, 2, 3, ..., 20^{cm} et à d des valeurs espacées de 5^{cm} en 5^{cm} entre 20 et 70^{cm}, limites extrêmes pratiquement utilisées.

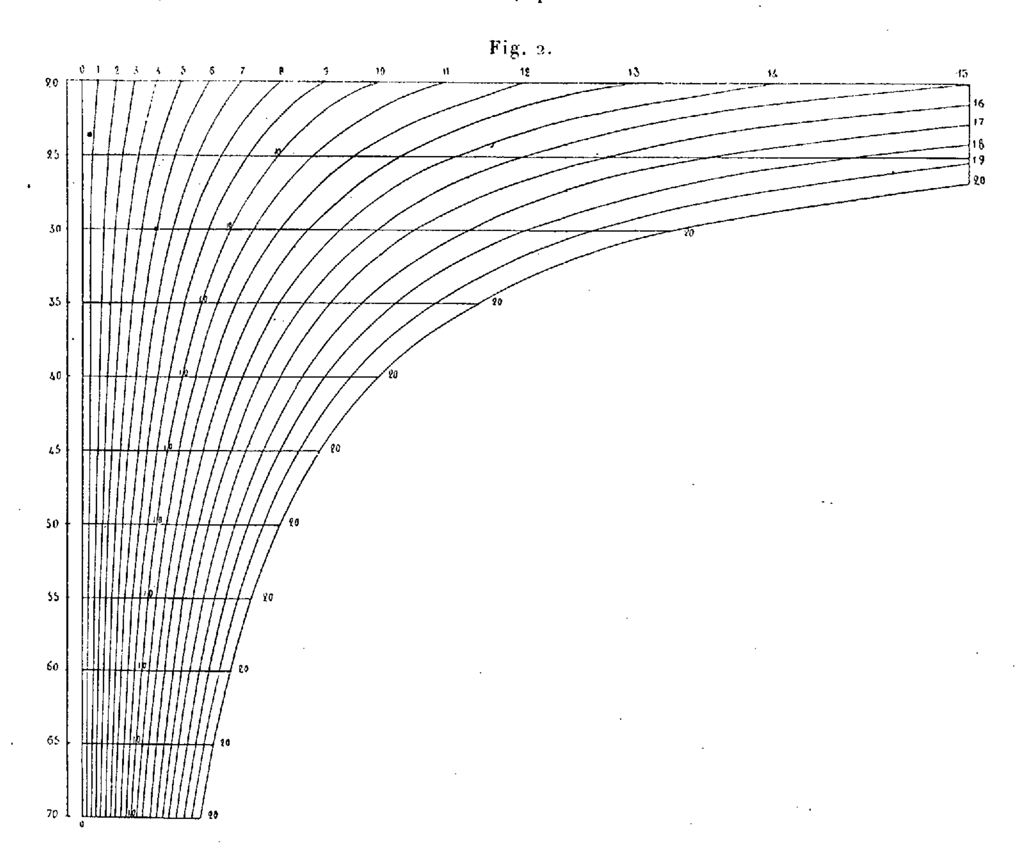
Pour représenter l'ensemble des résultats, c'est-à-dire les diverses règles graduées correspondantes aux diverses valeurs de d, on portera en ordonnées les valeurs de d (à une échelle arbitraire) et pour chaque ordonnée en abscisses les valeurs de α (en vraie grandeur); la formule montre que tous les points correspondants à une même valeur de β seront sur une même branche d'hyperbole que l'on tracera, *ce qui donnera graphiquement les valeurs de α pour les distances d non calculées*.

Pour utiliser le graphique obtenu (*fig.* 2) on portera la distance OO′ sur la ligne parallèle à l'axe des abscisses située à la hauteur correspondante à la valeur de d; les intersections de cette droite avec les hyperboles représentant les divisions en centimètres d'une règle placée suivant OP.

Procédé opératoire. — On place le blessé de façon que le projectile se trouve le plus près possible de l'écran; on amène l'ampoule dans la position correspondante au

rayon normal et l'on en marque le pied sur l'écran avec un crayon gras, puis on colle sur la peau un leucoplaste opaque de façon que son ombre se projette au même point, ce qui marque sur la peau la sortie du rayon normal. On déplace l'ampoule de 10^{cm} (il est facile d'établir une butée à distance voulue pour ne pas avoir à rétablir la lumière); l'image du leucoplaste s'éloigne, celle du projectile un peu plus; on marque ces deux nouveaux points sur le verre de l'écran, puis le blessé se retire. Faisant alors la

Fig. 2.



lumière on reporte les trois points sur une bande de papier que l'on applique sur le graphique parallèlement à l'axe des abscisses, à l'endroit de l'ordonnée qui correspond à la distance d et en maintenant sur l'axe des ordonnées le point qui marque le pied du rayon normal; on regarde où se trouvent les deux autres points et il suffit alors de compter le nombre des intervalles qui les séparent pour avoir immédiatement en centimètres, par une simple lecture, la profondeur du projectile en dessous du point marqué sur la peau. *Aucun appareil spécial ne nous est donc nécessaire.*

Remarque. — Si, exceptionnellement, on ne pouvait déplacer l'ampoule de 10^{cm}, un petit calcul serait nécessaire; α étant proportionnel à e, si le déplacement de l'ampoule est de n centimètres, il faudrait mesurer en centi-

mètres et millimètres les longueurs portées sur la bande de papier et les multiplier par le facteur $\frac{10}{n}$ avant de les reporter sur le graphique.

ZOOLOGIE. — *Sur de nouvelles recherches concernant la migration de montée des Saumons.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai signalé précédemment la liaison établie entre la migration de montée des Saumons et les qualités diverses du milieu aquatique fluvial dans lequel ces poissons pénètrent en quittant la mer. A mon avis, la direction de cette migration n'est pas indéterminée; elle se règle selon la proportion de l'oxygène dissous dans les eaux courantes, car la montée n'a lieu que dans les fleuves où cette proportion, relativement forte, approche de la limite de saturation, ou même dépasse cette limite par un phénomène de sursaturation que plusieurs observateurs avaient déjà noté en des études d'autre sorte.

Les précédentes recherches auxquelles je fais allusion, et dont j'ai fait part à l'Académie (séance du 11 mai 1914), avaient été effectuées au printemps, saison de la montée des individus en élaboration génitale peu avancée. Il était nécessaire de les compléter par des recherches faites en automne, époque à laquelle les individus qui remontent ont subi en mer la majeure part de cette élaboration sexuelle. Il convenait aussi d'examiner, au point de vue de l'oxygénation, les circonstances variables de la montée elle-même : la traversée des estuaires où l'eau de la mer se mélange à celle du fleuve, ainsi que la modification produite par les crues automnales, au cours desquelles la migration se montre plus abondante qu'en d'autres temps. J'ai choisi, pour ces études, un fleuve côtier de Bretagne, l'Aven, habituellement fréquenté par les Saumons, et qui m'offrait, par la brièveté de son profil en long, par sa privation d'affluents nombreux et importants, par la rareté des causes de pollution, enfin par la régularité de son estuaire, des avantages que je n'aurais pas rencontrés ailleurs.

I. *Estuaire.* — L'eau douce du fleuve s'étale sur l'eau salée encore présente, avant de se mélanger à elle. L'eau de l'estuaire présente donc, par ordre de densité croissante, une stratification de couches dont la salinité augmente de haut en bas, sur une section verticale. Comme l'eau douce de venue nouvelle est plus riche en oxygène que celle de l'estuaire et que celle de la mer, la proportion de l'oxygène dissous dans ces couches varie comme celle de la salinité, mais en sens inverse. Ainsi, dans l'anse de

Kerveguelen, à 1^{km} en aval de la ville de Pont-Aven, à mi-marée descendante, sur une profondeur d'eau de $3^m,50$, l'eau salée du fond contenait en dissolution par litre $5^{cm^3},14$ d'oxygène, l'eau saumâtre moyenne (à 1^m de profondeur) $6^{cm^3},48$, et l'eau douce superficielle $7^{cm^3},27$.

Les couches superposées de salinité et d'oxygénation inverses s'étirent en s'amincissant à marée descendante, et se resserrent en s'épaississant à marée montante, tout en se mélangeant peu à peu. Dans l'ensemble, les couches superficielles de salinité minima et d'oxygénation maxima deviennent de plus en plus épaisses en s'éloignant de la mer et se rapprochant de la zone fluviale; en outre, et dans le même sens, elles perdent en salinité et gagnent en oxygène, à cause de leur mélange progressif avec l'eau douce. Dans le seul intervalle de temps nécessaire pour se rendre d'un point à l'autre, l'eau superficielle de l'estuaire accusait, par mi-marée montante, à la hauteur de Rosbras, non loin de l'embouchure et de la mer, $4^{cm^3},92$ d'oxygène par litre et, à la hauteur de Kerveguelen, non loin du début du domaine fluvial, $6^{cm^3},26$.

II. *Rivière ou région fluviale.* — En dehors des périodes de crue, l'eau de l'Aven, pendant la migration des saumons de printemps, se tient habituellement, comme oxygénation, en raison du courant rapide et de l'absence de causes permanentes et importantes de pollution (puisque la ville de Pont-Aven, qui seule peut les offrir, est bâtie vers la zone inférieure du bassin fluvial), sur la limite de saturation ou au delà de cette limite. Au début des périodes de crue, lorsque les premières eaux surabondantes envahissent le lit de la rivière après avoir parcouru les prairies riveraines et les collines environnantes, elles entraînent avec elles des matières humiques, qui diminuent par leur réduction le taux de l'oxygénation. A 1^{km} en amont de Pont-Aven, de telles eaux m'ont offert, par litre, une proportion d'oxygène variant de $6^{cm^3},91$ à 7^{cm^3}, inférieure de 2^{cm^3} en moyenne à celle de la rivière à l'étiage.

Mais si la crue persiste, les matières humiques entraînées deviennent moins nombreuses, l'eau se rend bientôt moins jaunâtre, plus transparente, et l'oxygénation remonte pour se rapprocher de la limite de saturation. La rivière envoie alors dans son estuaire des eaux abondantes et fortement oxygénées. Pendant une crue qui a duré plusieurs jours, et dès le lendemain de la période du début, le taux de l'oxygénation, après être remonté, s'est arrêté avec constance autour de 8^{cm^3} par litre, pour une température comprise entre $6°,4$ et $6°,8$ selon les heures de la journée.

Enfin, le taux d'oxygénation le plus élevé, pendant cette période de crue, a été donné par les localités les plus hautes de la partie du bassin fréquentée par les Saumons, localités où se trouvent la plupart des frayères de ces poissons. Ce taux s'est élevé à $8^{cm^3},50$ pour une température de $6°,8$.

Ainsi les résultats précédemment obtenus sur la migration des Saumons de printemps dans les rivières à l'étiage ne diffèrent point, quant à l'oxygénation, de ceux que procure l'étude de la migration des grands individus reproducteurs d'automne dans les rivières en crue. La direction de la migration va avec constance d'un milieu moins oxygéné vers un milieu plus riche en oxygène dissous, le maximum d'oxygénation étant offert par

les localités où le Saumon s'arrête pour établir ses frayères et pour pondre. Le Saumon, en remontant de la base de l'estuaire vers son sommet et des couches profondes vers les couches superficielles, puis, après avoir pénétré en rivière, en parcourant celle-ci pour parvenir sur ses frayères, se dirige avec continuité (selon le courant à marée montante dans l'estuaire, à contre-courant à marée descendante dans l'estuaire et en eau douce dans le fleuve) vers un milieu mieux pourvu en oxygène et plus apte à entretenir une respiration active.

Les conclusions pratiques dont il est désormais nécessaire d'envisager la portée sont qu'il conviendra, dans les travaux du repeuplement de nos cours d'eau en Saumons, de ne s'adresser qu'aux rivières pourvues d'une oxygénation suffisante, et de négliger les autres, où ces tentatives seraient vouées d'avance à un échec.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure d'un Copépode parasite* (Xenocœloma brumpti, *n. g., n. sp.*) *et ses rapports avec son hôte* (Polycirrus arenivorus *Caull.*). Note de MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil**, présentée par M. Bouvier.

M. E. Brumpt a fait connaître (*Comptes rendus*, t. 124, 1897, p. 1464-1467), sous le nom de *Saccopsis alleni*, un Copépode parasite de *Polycirrus aurantiacus* Gr., trouvé par lui à Plymouth, qui se présente comme un simple sac appendu latéralement à l'Annélide, sans traces d'appendices ou de métamérisation, sans bouche ni anus, et si intimement soudé au *Polycirrus* qu'il est impossible de séparer les épidermes.

Nous avons rencontré, cet été, à l'anse Saint-Martin (près le cap de la Hague), sur un autre *Polycirrus*, *P. arenivorus* Caullery [1], habitant le sable fin qui découvre aux grandes marées, une espèce très voisine de *Saccopsis alleni*, appartenant certainement au même genre, mais nous paraissant distincte. Nous avons précisé et complété les faits signalés par Brumpt; nous n'envisagerons ici que les points offrant un intérêt général.

Les *rapports du parasite avec son hôte* sont beaucoup plus intimes et plus surprenants que ce qui résultait de la description de Brumpt. L'épithélium qui recouvre le Crustacé et dont Brumpt avait noté la parfaite continuité avec celui de l'Annélide, ne peut être attribué qu'à cette dernière.

---

[1] Voir *Bull. Soc. Zool. France*, t. 40, 1915.

C'est un épithélium à cellules petites, serrées, élevées, sans revêtement chitineux extérieur, qui a tous les caractères de l'ectoderme du *Polycirrus* et diffère complètement de celui des Copépodes parasites, tel que nous l'avons observé chez *Staurosoma* (parasite des Actinies) et que divers auteurs l'ont vu chez d'autres espèces (Claus : *Lernaeocera ;* Heider : *Lernanthropus ;* Giesbrecht : *Notopterophorus ;* List : *Gastrodelphis*). On retrouve du reste, sous l'ectoderme annélidien, la trace du tégument du Crustacé ; mais la cuticule chitineuse est extrêmement mince et sa matrice cellulaire a des cellules très aplaties et espacées. La paroi propre du Copépode est donc devenue rudimentaire ; elle est physiologiquement remplacée par celle de l'hôte. Malgré l'apparence, il s'agit ici d'un parasite interne.

Dans l'axe du Crustacé, poussant des ramifications entre les organes dont elle épouse les contours, se trouve une cavité tapissée par un bel endothélium et paraissant être un cœlome. Cette cavité communique avec le cœlome de l'Annélide ; sa paroi est en continuité avec la somatopleure de celle-ci et elle en a exactement la constitution cytologique. *La cavité qui pénètre ainsi dans toutes les parties du Crustacé n'est autre chose qu'une hernie du cœlome de l'Annélide.* Il est bien exact et il n'est dès lors pas étonnant que, comme l'a décrit Brumpt, le tube digestif du *Polycirrus* fasse plus ou moins saillie, sous forme d'anse, dans la partie supérieure du Copépode ; toutefois ce n'est pas constant.

Le Crustacé proprement dit a perdu tout vestige de sa morphologie extérieure primitive. Il est réduit aux tissus compris entre l'ectoderme annélidien à l'extérieur et l'endothélium cœlomique également annélidien, à l'intérieur. Il est littéralement *embouti* entre ces deux parois de son hôte. Nous ne connaissons aucun cas comparable.

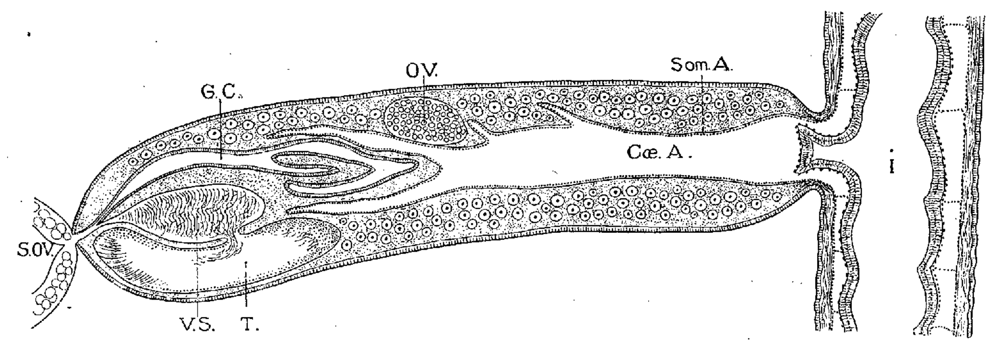
Les caractères cytologiques des tissus, leur comparaison avec ceux des autres Copépodes parasites confirment à l'évidence les conclusions précédentes. Il est très facile de délimiter ce qui appartient au parasite et à l'hôte. Les noyaux ont des aspects distincts. Le tissu musculaire, strié chez le Copépode, lisse chez l'Annélide, est particulièrement reconnaissable.

L'anatomie du Copépode est profondément modifiée par les conditions ci-dessus. Il n'y a plus de trace de tube digestif ; la nutrition se fait évidemment par osmose, aux dépens du liquide cœlomique de l'Annélide et des substances assimilables qui y sont en solution. Nous n'avons pas pu repérer les vestiges du système nerveux.

La masse du parasite est formée par les glandes génitales, plongées dans un tissu conjonctif adipeux bien connu chez les Copépodes parasites. Les

organes femelles ont une structure et une disposition assez normales et qui ont servi de base pour l'orientation de l'animal. Il y a deux ovaires symétriques (dorsaux), d'où se détachent sans cesse des ovules qui mûrissent en cordons s'étendant sur les deux tiers supérieurs de l'animal. Les glandes cémentaires (*Kittdrüsen* des auteurs allemands, canaux translucides de Levinsen, oviductes de Brumpt) sont bien développées et débouchent inférieurement, au voisinage des deux conduits amenant les spermatozoïdes de la vésicule séminale.

Le tiers inférieur du Copépode (auquel pendent deux longs cordons ovigères) est blanc et translucide. Il est occupé, dans sa partie axiale, par une



ABRÉVIATIONS. — *i.*, intestin de l'Annélide; *Cœ. A.*, diverticule du cœlome de l'Annélide, tapissé par la somatopleure (*Som. A.*); *OV.*, ovaire; *G. C.*, conduit des glandes cémentaires; *T.*, testicule; *V.S.*, vésicule séminale; *S.OV.*, sacs ovigères.

volumineuse vésicule séminale remplie de spermatozoïdes extrêmement longs; cette vésicule est coiffée ventralement par une paire de grands sacs, qui communiquent entre eux sur la ligne médiane, à la partie supérieure et aussi de chaque côté avec la vésicule séminale. Ces organes ont une paroi formée de belles cellules à grands noyaux très chromatiques, se multipliant activement et finissant par s'allonger démesurément. Dans la lumière, on trouve des spermatozoïdes qui sont évidemment la forme ultime des cellules allongées. Les sacs en question sont donc des testicules, où la spermatogénèse est à peu près terminée et a dû s'effectuer pendant une phase antérieure de la vie de l'animal, phase que nous n'avons pu observer jusqu'ici. Il résulte de là que ce Copépode est *hermaphrodite*, cas unique dans cet ordre de Crustacés et résultat évident du parasitisme tel que nous venons de le décrire.

On voit donc l'intérêt que présente ce Copépode pour l'étude du groupe et aussi pour celle du parasitisme en général. L'examen des stades jeunes

montrerait comment se réalisent les dispositions paradoxales précédentes. Nous nous proposons de rechercher ces stades.

Au point de vue systématique, Brumpt a rangé ce type dans le genre *Saccopsis* établi par Levinsen (1) pour un parasite du genre *Terebellides*.

Mais les figures et le texte de Levinsen indiquent que *Saccopsis* a un appareil de fixation à son hôte, en forme de bouton (*antice bullâ pectinatâ margine reflexo affixum*), qui manque complètement ici. Si, comme il n'y a pas lieu d'en douter, cette disposition est bien exacte, le parasite vu par Levinsen correspond à une étape nettement moins avancée de déformation et nous considérons que l'espèce de Brumpt et la nôtre doivent constituer un genre distinct. Nous le nommerons, en raison des rapports décrits avec le cœlome de l'Annélide, *Xenocœloma* (2), n. g. L'espèce de Brumpt devient *Xenocœloma alleni* Brumpt; nous appellerons la nôtre *X. brumpti*, n. sp.

La séance est levée à 16 heures et quart.

G. D.

(1) Levinsen, *Om nogle parasitiske krebsdyr der snylte hos Annelider* (*Vidensk. medd. Naturh. Foreneng. Kjobenhaven*, 1877, p. 374).

(2) ξένος, étranger; κοίλωμα, cavité.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. ED. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'astronome oublié* JEAN DE LIGNIÈRES *et sur la renaissance de l'Astronomie en Europe.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Le Catalogue d'étoiles de Cl. Ptolémée, unanimement attribué aujourd'hui à Hipparque, fut transporté successivement à divers équinoxes, et ainsi servit de base aux observations planétaires jusqu'au temps de Tycho Brahé.

Dans l'intervalle, certains astronomes arabes tentèrent de déterminer à nouveau les positions d'un petit nombre d'étoiles (1), mais leurs travaux ne purent être mis à profit en Occident, où ils demeurèrent longtemps inconnus.

Dans la même période, des essais furent faits en Europe, pour corriger les positions de Ptolémée à l'aide d'observations nouvelles, et je veux attirer l'attention sur le premier de ces essais, tenté en plein Moyen Age.

Riccioli (2), en donnant les longitudes et latitudes de diverses étoiles anciennement observées, reproduit un petit catalogue, dont il ne connaît pas l'auteur, désigné depuis par le nom d'*Astronomus incognitus* (3). Je me propose d'établir que cet astronome inconnu est un maître de l'Université de Paris, Jean de Lignières.

---

(1) Voir la liste des Catalogues ainsi formés dans E.-B. KNOBEL, *The Chronology of Star Catalogues* (*Mem. of the R. Astr. Soc.*, vol. XLIII, 1877, p. 1).

(2) *Astronomia Reformata*, 1665, 2 vol. in-f°, t. I, p. 216.

(3) J.-C. HOUZEAU, *Vade-mecum de l'Astronome*, 1 vol. in-4°, 1882, p. 826.

Ce catalogue renferme, pour 1364, les longitudes et latitudes de 46 belles étoiles réparties tout autour du ciel. Riccioli l'a emprunté de Gassendi ([1]), dont la correspondance latine ([2]) avec G. Wendelin va nous révéler le nom de cet astronome inconnu.

Le 1er mai 1635 Wendelin écrivait à Gassendi (*Gass. Op.*, VI, 428) :

... Je voudrais que tu ailles trouver à Forcalquier mon très digne ami Arnaud ([3]), gouverneur de Châteauneuf (?) (*Castronovarium Toparcham*), afin de voir chez lui, dans un manuscrit qu'il possède, les positions de certaines étoiles fixes, données pour l'année 1360 environ.

Il m'a déjà transcrit la Table d'Ebonmezuphi pour l'année 937 ou même 957 ([4]), ainsi que ce qu'un autre a ajouté pour l'année 1406. Pour moi, je cherche de nouveau cette année 1360, et les lieux de Régulus, de l'Epi, et de 3 ou 4 autres étoiles importantes qui, je m'en souviens, ont été indiquées par un homme très habile (quel qu'il soit). Car, puisque l'anomalie de la huitième sphère est une pure fable, je cherche partout des arguments pour le prouver; et j'en ai déjà trouvé beaucoup qui éclairent la question.

Le 15 juillet 1636 Gassendi écrit d'Aix à Wendelin pour lui envoyer l'observation qu'il vient de faire à Marseille avec Peiresc, de la hauteur solsticiale du Soleil; en outre, il lui promet d'aller voir Arnaud et son manuscrit; puis se ravisant, il ajoute en *post-scriptum* (*Gass. Op.*, IV, 534) :

([1]) PETRI GASSENDI, *Opera omnia*, in sex tomos divisa (*Gass. op.*), Lyon, in-f°, t. IV, 1658, p. 534.

([2]) Je dois tous mes remercîments à M. Ad. Régnier, qui a bien voulu m'aider dans la traduction de la partie utilisée de cette correspondance.

([3]) Godefroy Wendelin, astronome belge né à Herck en 1580, mort en 1660, fut dans sa jeunesse professeur au collège de Digne, de 1601 à 1604; rentré un instant dans sa patrie, il revint presque aussitôt en Provence et de 1604 à 1612 habita Forcalquier, chez André Arnaud, comme secrétaire et précepteur.

Cet André Arnaud, lieutenant général de Forcalquier, est l'auteur d'un Recueil de mélanges en prose et en vers intitulé *Joci*, dont la première édition est de 1600 et la quatrième de 1609; dans celle-ci il est question plusieurs fois de Wendelin, partout nommé *Irénée*.

En 1607, le 5 septembre, Wendelin observa une éclipse de Lune à Valence-sur-Rhône avec Scipion Arnaud, son élève, et plusieurs autres; et le 19 janvier 1609 il en observa une autre, avec le même Scipion Arnaud, à Forcalquier (PINGRÉ, *Ann. Cél.*, p. 22 et 25). Probablement c'est de ce Scipion Arnaud qu'il est question dans la lettre de Wendelin du 1er mai 1635.

([4]) Vers ces époques il n'y a que le Catalogue d'Al-Sufi, rapporté à l'année 964, et déduit de celui de Ptolémée. Longtemps cet astronome perse a été connu sous des noms analogues à celui qui se trouve dans la lettre de Wendelin.

Wendelin donne à Gassendi des détails plus circonstanciés sur le même sujet (*Gass. Op.*, VI, 512) :

Reçois donc de moi, en retour, Jean de Lignières lui-même, dont le nom seul te réjouissait naguère. Je te le présente, autant que je le puis, avec sa vraie figure et même avec tout le trésor qu'il possède. Ce trésor se compose de 15 étoiles brillantes, reste d'un nombre plus grand, qui montait, je crois, à 48; et malgré la perte des 33 autres, il faut nous féliciter que ce reste nous ait été conservé de toutes celles que renfermait le manuscrit d'Arnaud. Quatorze années après Lignières, ce manuscrit les donne toutes, ou au moins 47, avec certaines d'entr'elles ramenées à 1364. Je reconnais là un disciple provençal de Maître Lignières, et il vaut la peine de les comparer entr'eux.

Suivent les longitudes de 15 étoiles données pour les deux équinoxes de 1350 et de 1364, telles qu'on les trouve dans les colonnes 5 et 6 du Tableau ci-contre.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur l'approximation des irrationnelles réelles.* Note (¹) de M. G. HUMBERT.

1. Hermite a indiqué, pour l'approximation d'un nombre positif, ω, la méthode suivante. Soit la forme quadratique positive

$$\varphi(x, y) = (x - \omega y)^2 + k^2 y^2, \tag{1}$$

où $k > 0$; si $x = a$, $y = c$ sont les valeurs *entières* (positives) rendant φ minimum, une fraction d'approximation sera $a : c$; et l'on aura

$$\left| \frac{a}{c} - \omega \right| \leqq \frac{1}{\sqrt{3}\, c^2}. \tag{2}$$

En faisant décroître k, de ∞ à 0, on obtient ainsi une suite de fractions irréductibles, tendant vers ω, et qui présentent une grande analogie avec les *réduites* provenant du développement de ω en fraction continue.

Évidemment, l'*approximation d'Hermite*, définie par (2), peut être meilleure que celle d'une réduite; cela empêche absolument la suite des fractions d'Hermite d'être toujours identique à la série des réduites de ω; nous nous proposons ici d'indiquer la liaison entre les deux suites.

2. *Interprétation géométrique.* — Elle est analogue à celle de la réduction

(¹) Séance du 6 décembre 1915.

continuelle, et repose sur la considération de la division modulaire classique du demi-plan analytique supérieur. Chaque *domaine* de cette division est un *triangle* à côtés circulaires normaux à $O\xi$; nous appellerons *pointe* celui des trois sommets qui est situé sur $O\xi$ ou à l'infini, réservant aux deux autres le nom de *sommets*.

L'interprétation de la méthode d'Hermite est alors la suivante :

Un point mobile parcourt la droite $\xi = \omega$ en partant de ∞ et en se dirigeant vers le point ω, de $O\xi$, dans le demi-plan supérieur : on prend, pour approcher de ω, les abscisses, $a:c$, des pointes des domaines modulaires que traverse successivement le point mobile.

3. Problème. — *Reconnaître si une fraction irréductible donnée, à termes positifs, $a:c$, est, ou non, une fraction d'Hermite pour le nombre ω; dans le cas de l'affirmative, trouver la fraction suivante.*

Les sommets des domaines dont la pointe est $a:c$ sont sur une circonférence, Σ, qui touche $O\xi$ au point d'abscisse $a:c$ (pointe), contient à son intérieur tous ces domaines, et a pour équation

$$(3) \qquad c^2(\xi^2+\eta^2) - 2ac\xi - \frac{2}{\sqrt{3}}\eta + a^2 = 0.$$

Pour que $a:c$ soit une fraction d'Hermite, il faut et il suffit que la droite $\xi = \omega$ coupe un des domaines de pointe $a:c$; on voit facilement que cela exige : 1° que la droite $\xi = \omega$ coupe Σ en deux points *réels*, m et m'; 2° que m et m' ne soient pas *à la fois*, *sur* Σ, entre les deux sommets d'un même domaine de pointe $a:c$. Ces conditions sont nécessaires et suffisantes.

La première condition donne de suite l'inégalité (2); si donc nous posons

$$(4) \qquad u = c|a - c\omega| \qquad \text{ou} \qquad u = \varepsilon c(a - c\omega),$$

ε désignant ± 1 et ayant le signe de $a - c\omega$, on aura

$$0 \leqq u \leqq \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Afin de traduire algébriquement la seconde condition, il sera commode d'opérer une substitution modulaire, changeant le point $z = a:c$ en le point $\zeta = \infty$; nous choisirons la substitution

$$(5) \qquad z = \frac{a\zeta + b_0\varepsilon}{c\zeta + d_0\varepsilon}, \qquad ad_0 - cb_0 = \varepsilon,$$

L'excellent Fabri [de Peiresc] était sur le point de te transmettre cette lettre, quand il eut l'idée, tandis qu'il me retenait, d'envoyer chercher le manuscrit d'Arnaud, ce qui me permettrait de copier ici-même ce que tu demandes; et à lui, qui alors manquait de temps, de t'écrire également une lettre, qui pourrait être jointe à la mienne et à mes extraits. Cela s'étant arrangé ainsi, j'ai entre les mains le manuscrit et je vais copier les positions des étoiles, non pour les années 937 ou 1406, puisque tu les possèdes, dis-tu, mais pour l'année 1364. Je n'y prendrai pas seulement les positions de Régulus et de l'Épi, avec une ou deux autres des principales, mais celles de toutes les étoiles du Tableau; si dans la suite, nous avons besoin de quelques-unes des autres, nous n'aurons pas à regretter, toi de ne l'avoir pas demandé, et moi, de ne l'avoir pas ajouté. Voici donc ce Tableau :

....

Les noms et les positions des étoiles sont ceux donnés dans les colonnes 2-3 du Tableau ci-après, avec toutes les autres positions rapportées ultérieurement dans la Correspondance. Les données rapportées dans les Œuvres de Gassendi renferment des erreurs de copie ou autres assez nombreuses, et que nous avons signalées en mettant entre parenthèses les parties erronées; nous ferons de même pour les parties suivantes.

$\mathcal{L}$ désigne partout les longitudes et λ les latitudes.

Ensuite la correspondance, telle du moins que nous la connaissons, ne mentionne plus la même question qu'en décembre 1644 (*Gass. Op.*, VI, 482) : Alors Wendelin écrit de Bruxelles à Gassendi, qu'il a entre les mains « certaines Tables de Jean de Lignières, d'Amiens, écrites sur parchemin et dressées en 1632, bien qu'elles fassent partir leurs époques de 1320, tirées d'ailleurs entièrement de celles d'Alphonse.... »

Un peu plus tard (*Gass. Op.*, VI, 508), après avoir parlé à Gassendi d'un Ouvrage de Boulliau, Wendelin émet le vœu qu'on en fasse une nouvelle édition; si, dit-il, elle est illustrée, que Boulliau « n'omette pas, parmi les princes de l'Astronomie, Jean de Lignières de Montefort, picard du diocèse d'Amiens, qui florissait à Paris en 1320, et qui donne ainsi les longitudes des étoiles suivantes ». Ce sont elles qui forment la colonne 4 dans notre Tableau ci-après; elles sont extraites, ajoute Wendelin, d'un livre conservé dans la bibliothèque des PP. de la Société de Jésus.

Le 1[er] novembre 1647, Gassendi, alors à Paris, répond à Wendelin (*Gass. Op.*, VI, 278) : « Je te remercie de m'avoir indiqué le nom de *Jean de Lignières*, l'éminent astronome qui m'était inconnu, et qui florissait à Paris il y a 300 ans. A la première occasion, j'en donnerai connaissance à Boulliau.... »

L'année suivante, dans une lettre de Bruxelles, du 23 mai 1648,

Positions des étoiles pour l'an 1364 de J.-C.

1.	2.	3.				4.	5,	6.	7.		8.			9.	10.
Nos	Étoiles.	Mag.		ℒ 1364.	λ.	ℒ 1350.	ℒ 1350.	ℒ 1364.	ℒ.	(λ).	Mag.	ℒ.	λ.	Étoiles.	λ.
1.	Extrem. alæ maj. Eq. *Mirach.*	2	♈	**0**.(15).18	+12.31				7. 0	+14. 0				γ Pégase..	+12.30
2.	Venter Ceti	2		0.13.10	−20. 0									ζ Baleine..	−20. 0
3.	Cauda Ceti	2		0. 8. 0	−15.20									θ Baleine..	−15.40
4.	Postremum fluminis	1		0.18.20	−53. 0	18.20	18.10	18.20			1	18.10	(−13).10	θ Eridan..	−53.30
5.	*Cinit*				»				22.00	+32.30				β Androm.	
6.	*Menkar*		♉	**1**	»				6. 0	+ 1. 0				α Baleine..	−12.20
7.	Caput Algol	2		1.17.45	+23. 0									β Persée..	+23. 0
8.	Retinens habenas. Alharat..	1	♊	**2**.13.10	+22.30	13.10	13.10	13.10			1	13.10	+22.30	α Cocher..	+22.30
9.	Spathula Alajoth	2		2.21. 0	+20. 0									β Cocher..	+21. 0
10.	Aldebaran. *Aldebaran*	1		2. 1. 0	(+) 5.10	0.50	0.50	1. 0	♉ 29. 0	+14.20	1	0.50	5.10	α Taureau.	− 5.30
11.	Orion			2.15.10	−14. 1									λ Orion...	−14.30
12.	Humerus dexter Orionis	2		2.18.10	−17. 0									α Orion...	−16.30
13.	Pes Oriononis. *Regel*	1		2. 8. 0	−31. 0	8. 0	8. 0	8. 0	11. 0	−10. 0	1	8. 0	+31. 0	β Orion...	−31.30
14.	*Alhageth*				»				6. 0	+43.40					
15.	Caput Geminorum	2	♋	**3**.11.28	+ 9.40									α Gémeaux	+ 9.30
16.	Brachium sin. Gem. anteced.	2		3.14.50	+ 6.15									β Gémeaux	+ 6.15
17.	Halabor. *Alhabot*	1		3. 6. 0	−39.10	5.50	5.50	6. 0	3. 0	−15.30	1	5.50	−39.10	α Gd Chien	−39.10
18.	*Algomeisa*	1		3.17.20	−16.10	17.20	17.20	17.20	13. 0	+ 7. 9	1	17.20	−16.10	α Pt Chien.	−16.10
19.	Canopus	1		3. 5.38	−29. 0									α Poupe..	−75. 0
20.	In latere Ursæ (majoris)	2	♌	**4**. 5.19	+72.50	5.20	5.20	5.19			2	5.20	+72.50	β Pte Ourse	+72.50
21.	Sequens illam. Altera	2		4.14.19	+(79).50	14.20	14.20	14.19			2	14.20	+74.50	γ Pte Ourse	+74.50
22.	In dorso Ursæ majoris	2		4.10.49	(40). 0									β Gde Ourse	+44.30
23.	*Alforac*				»				9. 0	−15.30					
24.	Edus seu Dubhe	2		4.19.19	+44. 0										
25.	Coxa sinistra Ursæ majoris..	2		4.21. 9	+46.30									γ Gde Ourse	+46.30
26.	Pectus Leonis	2		4.20.20	+ 7.30									γ Lion....	+ 8.30
27.	Cor Leonis. *Cor Leonis*	1		4.20.40	+ 0.10	20.40	20.40	20.40	19.25	+15.51	1	20.40	− 0.10	α Lion....	+ 0.10
28.	*Ursa*				»				30. 0	+35. 0					
29.	Illa, quæ vocatur Alcore	2	♍	**5**. 0.18	+53.40									ε Gde Ourse	+53.30
30.	Illa, quæ vocatur Benenax..	2		5.18. 0	+54. 0									η Gde Ourse	+54. 0
31.	Dorsum Leonis	2		5. 2.20	+13.40									δ Lion....	+13.40
32.	Cauda Leonis. *Cauda L.*	1		5.12.45	(−)12.50	(22).40	12.40	12.45	5. 0	+19.30	1	12.40	+12.50	β Lion....	+11.50
33.	*Corvus*				»				1. 0	−11.30					
34.	*Algarab*				»				22. 0	−13.30					
35.	*Alramech*	1	♎	**6**.14.10	−31.30	14. 7	14. 7	14. 0	18. 0	(−2.0)	1	14. 7	+31.30	β Bouvier.	+31.30
36.	Spica. *Alchimech*	1		6.15. 0	(+2). 0	14.50	14.50	15. 0	13.50	(+24.10)	1	14.50	− 2. 0	α Vierge..	− 2. 0
37.	Pes dexter Centauri	2		6.28.10	−51.10									ν Centaure	»
38.	Calcaneus Pedis sin. Cent..	2		6.29.20	−55.20									ζ Centaure	»
39.	Extremitas Pedis anter. Cent.	1		(7).26.30	−41.10	26.30	26.30	26.20			1	26.30	−41.10	α Centaure	»
40.	Elpheca et Minus	2	♏	**7**. 2.50	+44.30									α Cour. bor.	+44.30
41.	Alpheta				»	–			2. 0	+37. 0					
42.	Caput stateræ merid	2		7. 6.10	+ 0.40									α Balance.	+ 0.20
43.	Caput stateræ sept	2		7. 9.20	+ 8.30									β Balance.	+ 8.50
44.	Calcaneus Pedis Centauri	2		7. 3.30	−51.40										
45.	*Yeth*				»				14. 0	+13. 0					
46.	Cor. Scorpionis. Alcantrab.	2	♐	**8**. 2. 0	− 4. 0									α Scorpion	− 4. 0
47.	*Alhanc*				»				21.15	+ 7. 0					
48.	Vultur Cadens. *Vega*	1	♑	**9**. 5.30	+62. 0	5.30	5.30	5.30	10. 0	(−50. 0)	1	5.30	+62. 0	α Lyre....	+62. 0
49.	Cauda Gallinæ			(10).27.18	+60. 0									α Cygne..	+60. 0
50.	Alchayr. *Alcayr*			9.22. 0	+29.10				21. 0	(−)7. 0				α Aigle...	+29.10
51.	Cavilla sin. Sagittarii			9. 6. 0	−23. 0									β Sagitt..	−22. 0
52.	Spathula sin. Sagittarii			9.16. 0	−13.30										
53.	Genu sinistrum Sagittarii			9. 5. 0	(+)18. 0	18.10	18.10							α Sagitt..	−18. 0
54.	Spathula sin. Aquarii	2	♒	**10**.14.50	+ 8.50										
55.	*Aldirab*				»				10. 0	−50. 0				β Verseau.	8.50
56.	Os Piscis meridiani	1		10.(15).10	V.0			15.20			1	18.10	−23. 0	α P. austr.	−20.40
57.	Spathula maj. Equi. *Scheat.*	2	♓	**11**.14.50	+19.40				♒ 30. 0	(−)19. 0				α Pégase..	+19.20
58.	H. dexter maj. Eq. *Humerus.*	2		11.20.20	+31. 0				6. 0	(−)24. 0				β Pégase..	+31. 0
59.	*Cauda Ceti*				»				30. 0	−22. 0				β Baleine.	−21.20

ε étant l'unité définie ci-dessus. Pour avoir b_0 et d_0, nous réduirons $a:c$ en fraction continue; soit $a_1:c_1$ la réduite qui précède $a:c$; on aura

$$ac_1 - ca_1 = \varepsilon', \qquad \text{où} \qquad \varepsilon' = \pm 1;$$

alors nous prendrons

$$b_0 = a_1, \qquad d_0 = c_1, \qquad \text{si} \quad \varepsilon' = +\varepsilon;$$
$$b_0 = a - a_1, \qquad d_0 = c - c_1, \qquad \text{si} \quad \varepsilon' = -\varepsilon.$$

Évidemment, b_0, d_0 et $c - d_0$ sont positifs.

La substitution (5) change les domaines de pointe $a:c$ en les domaines de pointe ∞, et la circonférence Σ en la droite $2\eta = \sqrt{3}$. La droite $\xi = \omega$ devient une circonférence, C, normale à $O\xi$; aux points m' et m répondent ceux, M' et M, où C coupe la droite $2\eta = \sqrt{3}$, et la condition 2° revient à écrire que les abscisses de M' et de M, augmentées de $\frac{1}{2}$, comprennent entre elles un nombre entier, au moins.

De là, après une discussion facile, cette conclusion :

Pour que $a:c$ soit fraction d'Hermite pour ω, il faut et il suffit qu'il y ait au moins un entier entre les deux nombres RÉELS

$$(6) \qquad -\frac{d_0}{c} + \frac{1 + u - \sqrt{1 - 3u^2}}{2u} \qquad \text{et} \qquad -\frac{d_0}{c} + \frac{1 + u + \sqrt{1 - 3u^2}}{2u},$$

la réalité de ces nombres entraînant la condition 1°.

4. Corollaire. — *La fraction $b:d$, qui suit $a:c$ dans la suite d'Hermite, est donnée par*

$$b = b_0 + as, \qquad d = d_0 + cs,$$

s étant le plus grand entier contenu dans le second des nombres (6).

5. Remarques. — 1° Si $u \leqq \frac{1}{2}$, les deux nombres (6) ont une différence $\geqq 1$ et la condition finale du n° 3 est satisfaite. Donc, *toute fraction $a:c$ telle qu'on ait*

$$c\,|a - c\omega| \leqq \frac{1}{2}$$

est de la suite d'Hermite pour ω.

2° Si $\frac{1}{2} < u \leqq \frac{1}{\sqrt{3}}$, on établit que les nombres (6) ne peuvent comprendre entre eux d'autre entier que 1; en exprimant qu'ils comprennent 1, on

arrive à la *condition fondamentale*

(7) $$u < \frac{c(2d_0 + c)}{2(c^2 + cd_0 + d_0^2)}.$$

Or, le second membre de (7) est *toujours* supérieur à $\frac{1}{2}$ et inférieur à $\frac{1}{\sqrt{3}}$; on peut donc dire que :

La condition (7) est, DANS TOUS LES CAS, *quels que soient a, c, ω positifs, la condition nécessaire et suffisante pour que a : c soit de la suite d'Hermite pour ω.*

6. COROLLAIRE. — *Toute fraction a : c d'Hermite est une réduite de ω.*

Car la condition classique pour qu'elle soit une telle réduite s'écrit ici

$$u < \frac{c}{c + d_0},$$

et son second membre est supérieur à celui de (7).

7. *Suite d'Hermite.* — On établit aisément (n° 4) que, dans cette suite, les dénominateurs des fractions vont en croissant. Donc, pour la former, il suffira de prendre la *suite des réduites de* ω, et d'y *supprimer* celles, $a : c$, pour lesquelles (7) n'est pas vérifiée. Le calcul sera facilité par une remarque importante : c'est que, *quand a : c est une réduite de* ω, *les entiers* b_0 *et* d_0, *définis plus haut, sont le numérateur et le dénominateur de la réduite (de* ω) *qui précède a : c.*

La condition (7) est le critérium *unique* pour les réduites à conserver ou à supprimer; il arrivera ainsi qu'on ait à supprimer une réduite donnant cependant, pour ω, l'approximation d'Hermite.

Ajoutons que les réduites à supprimer ne peuvent être cherchées que parmi les suivantes : le dernier quotient incomplet utilisé pour leur formation est suivi immédiatement du quotient incomplet 1 (n° 5, 1°).

C'est en raison de cette circonstance que, malgré les suppressions possibles, la suite d'Hermite garde une propriété de celle des réduites, à savoir que, si $p' : q'$ et $p : q$ en sont deux termes consécutifs, $p'q - q'p$ est égal à ± 1; on peut même ajouter qu'il est du signe de $p' - \omega q'$.

Enfin, on n'aura jamais à supprimer deux réduites consécutives.

En résumé, la méthode d'approximation d'Hermite ne diffère que fort peu du développement en fraction continue.

8. Remarque. — Rien n'empêche ω d'être rationnel; la théorie subsiste, seulement la suite d'Hermite se termine à ω. *Toutefois* il faut exclure le cas où la droite $\xi = \omega$ passerait par un sommet de domaine modulaire : c'est le cas où l'on aurait

$$\omega = \frac{2l-1}{2m},$$

l et m entiers et m diviseur de $l^2 - l + 1$; la théorie serait alors différente.

Des considérations analogues s'appliquent au champ complexe, grâce à la division modulaire du demi-espace, due à M. Picard.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Orbitoïdés du Danien et du Tertiaire :* Orthophragmina et Lepidocyclina. Note de M. **H. Douvillé.**

C. Orthophragmina.

Quand on passe dans la région pyrénéenne du Maëstrichtien au Danien, on ne peut qu'être frappé du changement brusque de la faune et en particulier de la disparition des Ammonites, des Rudistes, des Trigonies. J'ai indiqué dans une Note précédente (¹) que ce changement paraissait dû à un abaissement notable de la température moyenne.

Dans le Maëstrichtien les Orbitoïdés étaient extrêmement développés et c'est par milliers qu'on peut récolter en une foule de points les *Orbitella*, les *Simplorbites* et les *Lepidorbitoides* associés aux *Omphalocyclus*. Dans le Danien les Orbitoïdés sont plus rares, sauf sur quelques points exceptionnels, mais surtout ils sont d'un type bien différent : les logettes qui étaient arrondies deviennent à peu près rectangulaires; c'est le caractère des *Orthophragmina*, qui semblent dériver d'un type hexagonal par allongement des faces latérales et aplatissement de la face antérieure.

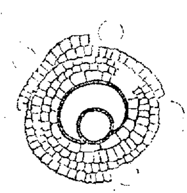
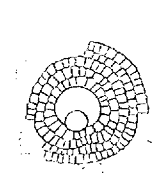
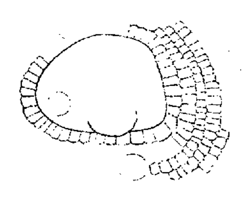
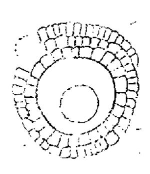
Examinons le mode de formation de la logette : elle est sécrétée par une gouttelette de protoplasme, sortie par les ouvertures des logettes de l'anneau précédent; elle en reproduit la forme et celle-ci est en réalité façonnée par la pression osmotique, qui elle-même dépend essentiellement de la densité du protoplasme et aussi, comme l'a démontré Dutrochet, de la température. Si le protoplasme est moins dense, la gouttelette s'étalera et viendra toucher la gouttelette voisine, mais sans fusionner avec elle, sa

(¹) *Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 1212.

surface étant déjà sclérifiée et recouverte d'une mince pellicule. Elle s'allongera davantage si le durcissement de cette pellicule est moins rapide. Quant au ménisque antérieur, il sera d'autant plus aplati que la pression osmotique sera plus faible. Il est facile de voir que toutes ces modifications pourront résulter d'un simple abaissement de température : échanges nutritifs moins actifs, diminution de la densité du protoplasme, d'où durcissement moins rapide de la surface, par suite allongement de la logette et en même temps diminution de la pression osmotique, d'où aplatissement de la face antérieure. Il semble donc que l'abaissement de température que nous avons signalée à l'origine du Danien ait suffi pour transformer en *Orthophragmina* les descendants des *Orbitoides* crétacés. De quel groupe pourrait-on les rapprocher? Il semble que les affinités sont surtout marquées avec les *Lepidorbitoides*, dont le réseau se rapproche le plus du type hexagonal; en outre la nucléoconque présente dans les deux cas une forme analogue, elle débute par une première loge de section circulaire, la seconde est réniforme, seulement plus embrassante dans les *Orthophragmina* (*fig.* 21) que dans les formes crétacées (*fig.* 17). Dans une étude (en cours de publication) sur les faunes crétacées de l'Himalaya, j'ai pu constater sur certains *Lepidorbitoides*, l'allongement des mailles hexagonales et leur transformation en mailles presque rectangulaires.

On peut distinguer dans les *Orthophragmina* deux groupes assez nettement différents, les lenticulaires et les étoilés :

5°. S. gen. *Discocyclina*. — Ce sous-genre a été proposé par Gümbel en 1868 pour les formes lenticulaires. Les logettes sont nettement rectangulaires, mais la face antérieure est souvent légèrement convexe. Les

Nucléoconques de *Discocyclina*.
Fig. 21. — *Disc.* cf. *Archiaci*, du Danien de Nay-Arros.
Fig. 22, 23, 24. — *Disc. Archiaci*, de l'Éocène inférieur de Bos d'Arros (gr. 30 fois environ).

communications entre les logettes s'effectuent par deux rangées de petites ouvertures placées latéralement. Je reproduis ci-dessus (*fig.* 21) la disposition de la nucléoconque dans une espèce du Danien de la région pyré-

néenne; elle semble difficile à distinguer du *Discocyclina Archiaci* (*fig.* 22) de l'Éocène inférieur de Bos d'Arros; les parois de la nucléoconque sont seulement plus minces dans cette dernière espèce. La nucléoconque peut, du reste, varier dans d'assez larges limites, elle est quelquefois beaucoup plus grande et de forme un peu irrégulière (*fig.* 23); dans certains cas, la seconde loge peut même entourer complètement la première (*fig.* 24).

Dans les espèces à forts granules médians, dans le *Disc. Douvillei*, par exemple, la nucléoconque présente la même forme, presque embrassante.

Les *Discocyclina* sont largement développés dans l'Éocène de toute la Mésogée de l'ancien continent, depuis l'Atlantique jusqu'au Pacifique; ils paraissent moins abondants dans la mésogée américaine; j'ai pu cependant les signaler récemment dans l'île de la Trinité et dans la presqu'île de Californie.

6°. S. gen. *Asterodiscus*. — Ce nom a été proposé en 1863 par Schafhäutl, pour les espèces rayonnées (*pentagonalis, patellaris*); il correspond aux *Actinocyclina* et aux *Asterocyclina* de Gümbel.

Les logettes toujours rectangulaires sont plus allongées dans les rayons, d'où résulte souvent une forme polygonale, habituellement pentagonale (*fig.* 25 et 26).

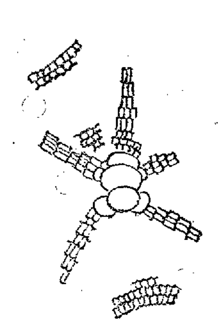


Fig. 25. — *Asterodiscus stellatus*, de Villeneuve-Loubet (gr. 30 fois environ).

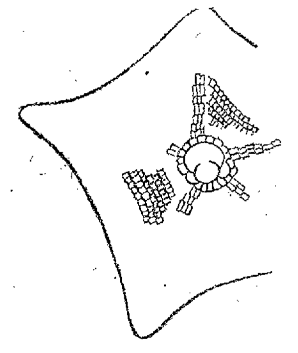


Fig. 26. — *Asterodiscus stella* de Biarritz. (gr. 30 fois environ.)

La nucléoconque se compose de deux loges ou cellules principales rappelant celles des *Lepidorbitoides*, mais à parois moins épaisses. En outre, elles sont souvent flanquées de grosses logettes arrondies en nombre variable, auxquelles succèdent les logettes rectangulaires normales.

Ce sous-genre accompagne le précédent dans toute la Mésogée de l'ancien continent et disparaît comme lui à la fin de l'Éocène. Dans le nouveau continent au contraire, des découvertes récentes ont montré qu'il

se prolongeait dans l'Oligocène inférieur, à côté des premières Lépidocyclines.

D. Lepidocyclina.

Les logettes, qui s'étaient aplaties dans le Danien et l'Éocène, deviennent de nouveau fortement convexes en avant dans certaines formes, à la fin de cette période. C'est une transformation inverse de la précédente, en relation peut-être avec une température plus chaude, mais en tout cas correspondant avec l'apparition d'un type plus vigoureux, à protoplasme plus dense. On constate en même temps que les parois de la nucléoconque, qui étaient devenues très minces pendant l'Éocène, augmentent notablement d'épaisseur. C'est dans la mésogée américaine que ce nouveau type prend naissance avec *Lep. Mantelli*, décrit d'abord comme Nummulite par Morton. Son niveau a été très nettement déterminé par Conrad dès 1866, qui le place dans le Jacksonien, c'est-à-dire dans l'Éocène supérieur. Les logettes sont de forme hexagonale, arrondies en avant et présentent quelquefois une tendance à devenir ogivales.

Dans leur important Mémoire sur ce genre, M. Lemoine et Robert Douvillé [1] ont distingué trois groupes de formes, basés sur la nucléoconque ou appareil embryonnaire : 1° à loges demi-circulaires accolées, type américain; 2° à loges tangentes intérieurement; 3° à deuxième loge en forme de haricot. Ces deux derniers groupes avaient été précédemment distingués par Verbeck d'après la forme des logettes en losange (ogivales) ou en spatule. Je les regarde comme constituant les sous-genres suivants :

7° *Isolepidina*, nov. s. gen. — C'est le groupe le plus ancien puisqu'il

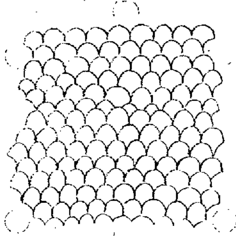


Fig. 27. — Logettes d'*Isolepidina Mantelli* (gr. 20 fois environ).

apparaît dès l'Éocène supérieur; il a pour type *Lep. Mantelli*. Les logettes (*fig.* 27) sont fortement arrondies en avant, mais elles se touchent sur les

(1) Sur le genre *Lepidocyclina* (*Mém. Soc. géol. de France :* Paléontologie, Mém. n° 32, 1904).

côtés et et quand leur parois sont un peu épaisses elles constituent un réseau à maille hexagonale. Carpenter a figuré les communications des logettes, qui s'effectuent comme dans les *Orbitella*, par deux rangées latérales d'ouvertures assez grandes et peu nombreuses.

La nucléoconque est de forme arrondie et divisée en deux par une cloison qui est plane dans les formes typiques (*fig.* 28). La division par caryoci-

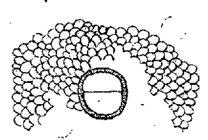
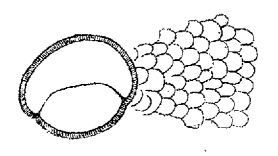
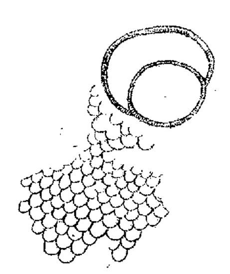


Fig. 28. — Nucléoconque d'*Isolepidina Canellei* (gr. 20 fois environ).

nèse est ici bien nette; il est intéressant de retrouver cette particularité à l'origine de ce nouveau rameau, comme à l'origine des *Orbitella;* mais la division, qui était double dans le groupe ancien, n'est plus que simple dans ce groupe plus récent. Cette formation de deux cellules qui restent associées correspond bien certainement, pour les Foraminifères ordinairement monocellulaires, à une augmentation de vitalité. Elle semble indiquer un rameau distinct du précédent et dérivant directement d'une forme primitive à enroulement spiral.

Les premières formes américaines décrites dans le Mémoire de M. Le-





Nucléoconques d'*Isolepidina Chaperi* du Haut-Chagres (Isthme de Panama).

Fig. 29. — Variété passant à *Nephrolepidina* (gr. 20 fois environ).

Fig. 30. — Variété passant à *Eulepidina* (gr. 20 fois environ).

moine et R. Douvillé, *Isol. Mantelli*, *Is. Chaperi*, *Is. Canellei* présentaient cette disposition caractéristique; il en a été de même pour une autre forme américaine, *Is. Giraudi* décrite plus tard par Rob. Douvillé; on pouvait donc croire que toutes les formes américaines appartenaient à ce groupe. Mais les études postérieures ont montré qu'il n'en était pas ainsi : tout d'abord si *Isolepidina Chaperi* présente normalement une nucléoconque

formée de deux cellules égales, on voit souvent les deux loges devenir inégales, en même temps que leur séparation devient plus ou moins convexe (*fig.* 29); la première loge s'individualise ainsi de plus en plus et quelquefois elle devient à peu près circulaire (*fig.* 30). On passe ainsi aux deux autre groupes, aux *Nephrolepidina* (de type réniforme) et aux *Eulepidina* (type embrassant), qui sont du reste très bien représentés dans certains gisements de l'île de la Trinité et de l'isthme de Panama. Les *Isolepidina* sont bien exclusivement américains, mais ils représentent en réalité la souche d'où sont dérivées toutes les espèces qui se sont développées dans la Mésogée aussi bien dans l'ancien que dans le nouveau continent.

8° S. gen. *Eulepidina*. — J'ai proposé ce nom en 1911 pour les Lépidocyclines à logettes en forme de spatule, groupe distingué par Verbeck dès 1896. Les logettes reproduisent exactement par leur forme celles des *Isolepidina* typiques (*fig.* 27); leurs ouvertures sont disposées de même.

La nucléoconque est du type embrassant, tel qu'il a été bien défini par M. Lemoine et R. Douvillé, comme se composant de deux loges tangentes intérieurement (*fig.* 31 et 32). La première loge est à peu près circulaire

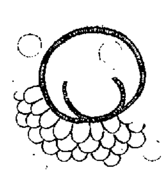


Fig. 31. — Nucléoconque d'*Eulepidina dilatata* du Tuc de Saumon (Landes) (gr. 20 fois environ).

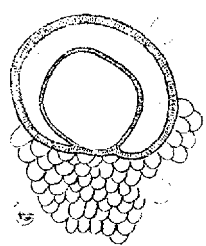


Fig. 32. — Nucléoconque d'*Eulepidina* sp. des environs de Santander (gr. 20 fois environ).

et entourée sur presque tout son pourtour par la seconde. La comparaison avec la figure 30 montre comment ce type a pu dériver d'*Isolepidina* par un simple agrandissement de la seconde loge.

Les *Eulepidina* bien typiques existent dans l'Aquitanien de l'isthme de Panama et de l'île de la Trinité (*E. formosa*); ils apparaissent dès le sommet du Stampien dans l'Aquitaine et le nord de l'Italie (*E. dilatata*). Ils sont extrêmement abondants dans l'Aquitanien où ils peuvent atteindre une taille considérable (*E. elephantina*), depuis le midi de la France jusqu'aux Moluques.

9° S. gen. *Nephrolepidina*. — J'ai proposé ce nom pour le deuxième groupe de M. Verbeck, caractérisé par des logettes en losange; par sa nucléoconque du type réniforme il correspond au troisième groupe cité plus haut de M. Lemoine et R. Douvillé. Les logettes sont plus allongées dans le sens du rayon que dans les groupes précédents, leur face externe prend ainsi une forme ogivale et le réseau devient à maille losangique; mais ici la grande diagonale du losange est dans la direction du rayon, tandis que dans les *Orbitella* elle lui était perpendiculaire. Les communications des loges sont disposées comme dans les groupes précédents, elles sont seulement plus petites. Du reste les échantillons sont presque toujours de petite taille; ils sont fréquemment ornés de gros piliers, terminés par des boutons pustuliformes.

La nucléoconque (*fig*. 33) est formée de deux loges très inégales,

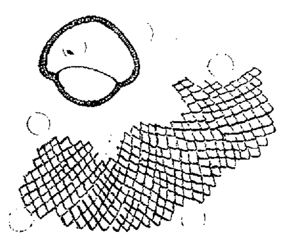


Fig. 33. — Nucléoconque de *Nephrolepidina marginata* des environs de Turin (gr. 20 fois environ).

séparées par une cloison mince et convexe.

Ce genre est commun dans toute la Mésogée, dans le Stampien, dans l'Aquitanien et jusque dans le Burdigalien où il se développe souvent presque seul.

10° *Pliolepidina*, nov. s. gen. — Ce type curieux n'a encore été rencontré

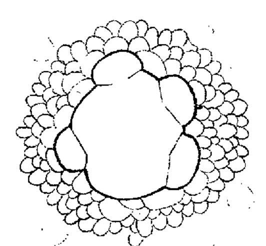


Fig. 34. — Nucléoconque de *Pliolepidina* sp. de Point-Bontour (Trinité) (gr. 25 fois environ).

que dans le Stampien de l'île de la Trinité, où il a été découvert par le

Dr Tobler. La nucléoconque est aplatie, de forme irrégulière (*fig.* 34); elle présente au centre une grosse cellule mère, à la périphérie de laquelle se développent des cellules filles en nombre variable; elles sont séparées de la première par des cloisons minces planes ou polygonales, semblant bien indiquer une segmentation par caryocinèse; ces cellules filles sont du reste nettement convexes sur leur pourtour extérieur. Cette disposition rappelle un peu celle qu'on observe à la périphérie de la nucléoconque chez certains *Simplorbites*, mais avec bien plus de netteté.

Cette forme se rencontre dans les couches d'âge stampien caractérisées par l'association des *Nummulites*, *Lepidocyclina* et *Asterodiscus;* elle est assez abondante à Point-Bontour et plus rare dans la localité de « Stone 39 river ».

CORRESPONDANCE.

M. **Marcel Deprez**; M. **Eugène Miège**, M. le Directeur de l'**École nationale vétérinaire de Toulouse** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1915. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 72 jours d'observations dans ce trimestre, et l'on en déduit les principaux faits suivants :

Taches. — L'augmentation du phénomène des taches, signalée dans les résultats du premier trimestre de cette année (¹), s'est encore accrue : on a noté, en effet, 51 groupes avec une surface totale de 4552 millioniemes, contre 37 groupes et 2474 millioniemes.

Les trois groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu :

Avril	4,9	à + 20°
Mai	28,5	à + 22°
Juin	21,0	à + 18°

Les deux premiers appartiennent à la même région d'activité.

Après le passage du premier de ces groupes, le plus important des trois, une grande accalmie s'est manifestée du 13 au 18 avril, et il n'y avait aucune tache le 16 avril. Cette même région de calme est revenue aux deux rotations suivantes, mais si nous

(¹) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 705.

avons noté encore 6 jours sans taches en mai, entre les 11 et 20 inclus [1], le soleil n'a paru dépourvu de taches en aucun des jours d'observation pendant le mois de juin.

Le nombre proportionnel trimestriel des jours sans taches est de 0,10, au lieu de zéro précédemment, et antérieurement 0,16.

La répartition de l'augmentation du nombre de groupes de taches, par hémisphère, est de 10 au Sud (25 au lieu de 15) et de 4 au Nord (26 au lieu de 22).

Leur latitude moyenne est peu différente d'une part avec — 20°,9 au lieu de — 20°,5, et a diminué d'autre part avec + 18°,8 au lieu de + 20°,4.

Régions d'activité. — L'augmentation des facules a été beaucoup moindre que celle des taches : on a effectivement enregistré 94 groupes avec une surface de 93,5 millièmes, au lieu de 90 groupes et 74,3 millièmes dans le premier trimestre.

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on a noté 12 groupes en plus au Sud (48 au lieu de 36), et 8 en moins au Nord (46 au lieu de 54).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril. — 0,05.			
30- 3	5	2,5	—17		17
30- 1	2	3,8		+23	4
30- 9	8	4,9		+20	881
30-11	10	5,8		+16	380
1-12	9	7,1	—17		110
2-13	9	8,2		+22	96
15	1	9,7	—28		7
13-14	2	15,0		+24	7
19	1	15,4		+20	12
12-18	4	17,2	—19		11
20-27	3	21,1	—28		82
19-27	4	22,4	—21		15
20	1	23,2	—27		5
19-20	2	24,9	—26		5
1	1	27,2		+17	6
30- 1	2	28,7		+ 9	6
	22 j.		—22°,9	+18°,9	
		Mai. — 0,25.			
2- 7	5	1,0		+21	177
26- 7	11	2,1	—21		109
26- 8	12	2,6		+19	272
28- 2	5	2,9	—24		11
28- 6	8	3,6		+16	72
28- 8	10	4,0	—16		72
6- 7	2	6,1	—13		19
30-10	9	6,4		+21	64
7	1	7,3	—13		4
6- 7	2	12,1		+18	23
		Mai (suite).			
14	1	17,2		+19	5
22	1	22,5	—28		3
28-29	2	24,7		+17	30
21-29	8	26,6		+20	52
22- 3	10	28,5		+22	406
1- 3	2	29,0	—23		31
25- 4	9	30,2		+21	47
	24 j.		—19°,7	+11°,4	
		Juin. — 0,00.			
8	1	4,7	—22		20
5-10	6	6,1		+22	11
11	1	8,9		+15	3
12	1	14,0		+24	2
16-19	3	14,2	—20		18
15-16	2	15,4	—18		6
15-20	5	17,8	—18		54
12-22	8	18,6		+ 2	170
16-24	7	18,8	—25		150
13-23	8	19,2	—18		127
22	1	20,2	—20		4
15-27	11	21,0		+18	511
16-28	3	22,2		+19	41
23-26	2	24,5		+21	2
19-27	8	25,2		+22	78
19- 1	12	25,6	—22		270
24-30	8	27,8	—18		41
26	1	30,0	—20		3
	26 j.		—20°,1	+17°,9	

[1] Nous n'avons pas d'observations, les 17, 18 et 19 avril. Le 14 avril n'est pas compté *sans taches* malgré leur absence à une première observation faite à 12h35m, parce que, à une deuxième faite à 15h10m, il y avait un groupe de trois petites taches à + 19° de latitude et 34° E du méridien central. J. G.

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1915.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	5	3	»	8	8	1	4	3	»	»	16	1644
Mai.........	»	»	4	3	»	7	10	»	6	4	»	»	17	1397
Juin........	»	»	3	7	»	10	8	1	3	4	»	»	18	1511
Totaux....	»	»	12	13	»	25	26	2	13	11	»	»	51	4552

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1915.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	5	1	11	5	»	22	12	»	4	7	1	»	34	30,9
Mai.........	»	»	9	4	»	13	17	»	5	9	2	1	30	32,4
Juin........	»	4	5	4	»	13	17	1	5	7	3	1	30	30,2
Totaux....	5	5	25	13	»	48	46	1	14	23	6	2	94	93,5

ÉLASTICITÉ. — *Sur l'équilibre élastique d'une plaque indéfinie, d'épaisseur uniforme, comprimée par deux forces égales et opposées, uniformément réparties sur deux droites parallèles situées dans un plan normal aux bases.* Note de M. **MESNAGER**, transmise par M. A. Blondel.

Dans les *Comptes rendus* du 29 novembre 1915, page 673, a paru sur ce problème une Note de M. Pigeaud, qui pense donner « une solution approximative du genre de celle qu'on recherche en Résistance des Matériaux, car il est évident que la condition de continuité, exprimée par $\Delta(N_1 + N_3) = 0$, n'est pas satisfaite ».

Quand, dans un problème d'élasticité, on laisse de côté une des équations fondamentales, on ne sait pas du tout ce qu'on fait et l'on peut arriver aux résultats les plus éloignés de la vérité. On pourrait, en appliquant la méthode de l'auteur de la Note, arriver à trouver comme pression, au point qu'il désigne par $z = z' = \frac{h}{2}$, $x = 0$, toute valeur qu'on voudra comprise entre $+\infty$ et 0. Cela dépend du terme arbitraire complémentaire qu'il introduit pour annuler les N_3 et les T_3 sur les bases supérieures et inférieures. Les deux premiers termes de ses expressions des tensions, empruntés à des solutions connues, satisfont bien à toutes les conditions de l'élasticité, mais ils donnent N_3 et $T_2 \neq 0$; il a annulé ces tensions au moyen de termes

complémentaires qui ne satisfont pas aux conditions de raccordement des éléments du corps entre eux. Il faudrait couper le solide en une infinité de points et de directions pour qu'il pût transmettre de semblables tensions.

Dans ces conditions, on pourrait donner à ce terme complémentaire une valeur telle qu'on eût $N_1 = 0$, $N_3 = 0$ partout, sauf pour $x = 0$, $T_2 = 0$; toutes les conditions indiquées aux *Comptes rendus* (p. 674) seraient remplies si dans l'espace très petit $-\varepsilon < x < +\varepsilon$ on avait $N_3 = \frac{p}{2\varepsilon}$. Cela revient à sacrifier le raccordement suivant les droites $z^2 = \varepsilon^2$. On pourrait aussi lui faire exprimer que les pressions verticales, à partir d'une distance aussi petite qu'on voudra des surfaces de base, sont réparties uniformément de $x = -a$ à $x = a$ sur tous les plans horizontaux et par suite obtenir une pression quelconque.

Les résultats donnés sont donc arbitraires tant que rien ne les justifie.

Ils ne sont probablement pas très éloignés de la réalité pour la raison suivante. Si l'on applique les phénomènes de double réfraction accidentelle à la mesure des tensions dans une pièce soumise aux efforts envisagés, on constate, par des méthodes que j'ai indiquées et qui depuis ont été appliquées à un grand nombre de recherches, notamment en Angleterre par M. le professeur Coker, que les tensions ont des valeurs toujours petites hors d'un cercle passant par les deux points pressés. Négligeons ces petites tensions à la limite du cercle; on aura les tensions subies par le disque circulaire pressé aux deux extrémités d'un diamètre, problème dont j'ai donné (¹) la solution rigoureuse en 1901. Les équations de cette solution sont, en prenant les notations de la Note des 2-29 novembre 1915, les suivantes, plus simples que celle de cette Note :

$$N_1 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{x^2 z}{(x^2+z^2)^2} + \frac{x^2 z'}{(x^2+z'^2)^2} - \frac{1}{h}\right],$$

$$N_3 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{z^3}{(x^2+z^2)^2} + \frac{z'^3}{(x^2+z'^2)^2} - \frac{1}{h}\right],$$

$$T_2 = -\frac{2p}{\pi}\left[\frac{x z^2}{(x^2+z^2)^2} - \frac{x z'^2}{(x^2+z'^2)^2}\right].$$

Pour en tirer une application approximative au problème de la pièce rectangulaire, il faut admettre qu'elles donnent les tensions dans le cercle et qu'à l'extérieur de ce cercle on a $N_1 = N_3 = T_2 = 0$.

(¹) *Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 1286; *Annales des Ponts et Chaussées*, 1901, t. 4, p. 174.

Mes formules donnent, pour $x = 0$, $z = z' = \frac{h}{2}$,

$$N_1 = \frac{2p}{\pi h}, \qquad N_2 = -\frac{6p}{\pi h}.$$

M. Pigeaud trouve

$$N_1 = \frac{2p}{\pi h}, \qquad N_2 = -\frac{2p}{\pi h}\frac{11}{4}.$$

Il n'y a d'ailleurs pas lieu de s'attarder à ces approximations peu précises. Il est, en effet, possible de résoudre rigoureusement le problème par des développements en séries trigonométriques, suivant la méthode employée par M. l'Inspecteur général Ribière ([1]).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du sulfure de calcium phosphorescent.* Note de M. **Pierre Breteau**, transmise par M. E. Jungfleisch.

Verneuil a indiqué ([2]) que pour douer le sulfure de calcium d'une belle phosphorescence, il convenait de chauffer au rouge vif, dans un four Perrot, un mélange intime de carbonate de calcium (100^p), de soufre (30^p), de carbonate de sodium (2^p), de chlorure de sodium (0^p,12) et de sous-nitrate de bismuth (0^p,02). D'après lui, pour que la phosphorescence se manifeste, il est indispensable que, outre le bismuth, le mélange contienne du carbonate et du chlorure de sodium.

Ayant eu l'occasion de répéter les expériences de Verneuil, j'ai observé que le carbonate et le chlorure de sodium ne sont pas indispensables, que le chauffage au rouge vif dans un four Perrot est nuisible et qu'il est préférable de former d'abord le sulfure de calcium.

1. Le sulfure de calcium phosphorescent est préparé en chauffant, dans un four à moufle, au rouge sombre, pendant une heure, un mélange exact de 100^g de carbonate de calcium précipité pur, bien exempt de carbonate et de chlorure alcalins, avec 30^g de soufre en canon pulvérisé. Le mélange est placé dans un creuset couvert.

Après refroidissement, le sulfure de calcium blanc, pulvérulent, phototrope ou non, est imprégné de $\frac{1}{10000}$ de son poids de bismuth. Pour cela, on utilise une solution de 0^g,30 d'azotate basique de bismuth dans 200$^{cm^3}$ d'alcool absolu additionné de

([1]) C. Ribière, *Sur divers cas de la flexion des prismes rectangles* (Thèse de Doctorat, Paris, 1888. Imprimerie Gounouilhou, à Bordeaux).

([2]) A. Verneuil, *Comptes rendus*, t. 104, 1887, p. 501.

quelques gouttes d'acide azotique. A une pâte faite avec 10g de sulfure de calcium et une quantité suffisante d'alcool absolu, on ajoute 1^{cm^3} de la solution de bismuth et l'on mélange très exactement. Après dessiccation à l'air ou à l'étuve, le mélange, contenu dans un creuset couvert, est chauffé, au rouge cerise naissant, pendant deux heures. On laisse refroidir lentement dans le four.

Le sulfure de calcium ainsi préparé est pulvérulent et doué d'une belle phosphorescence violette par la seule addition d'une trace de bismuth.

Le chauffage au rouge cerise clair dans un four Perrot a donné des résultats médiocres ou nuls.

Au bismuth, on peut, comme phosphorogène, substituer le molybdène, mieux le tungstène et moins bien le vanadium.

2. La phosphorescence du sulfure de calcium n'est pas, comme le pensait Verneuil, inhérente à la présence essentielle de petites quantités de carbonate et de chlorure de sodium, car on obtient un résultat semblable par l'addition au mélange sulfure de calcium et bismuth de $\frac{1}{100}$ de son poids de sulfure de sodium, Na^2S. On utilise pour l'imprégnation une solution titrée de monosulfure de sodium ($Na^2S + 9H^2O$), dans l'alcool absolu que l'on ajoute avant ou après la solution de bismuth. On chauffe dans les mêmes conditions que précédemment.

Si la phosphorescence du sulfure ainsi préparé est très belle, la phosphorescence du sulfure contenant exclusivement une trace de bismuth est équivalente.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Actinostromidé du Cénomanien.* Note de Mlle **Yvonne Dehorne**, présentée par M. H. Douvillé.

Quelques années avant sa mort, Munier-Chalmas découvrait dans les calcaires cénomaniens de l'île Madame (Charente-Inférieure) un banc entièrement édifié par des Stromatopores [1]. En raison de leur aspect extérieur et de leur structure interne, ces Stromatopores s'apparentent nettement au groupe des Hydractinoïdes, famille des Actinostromidés, créés par Nicholson [2]. Munier-Chalmas les mit dans ses collections, en leur donnant le nom de *Actinostromaria stellata*, sans justifier par une description et une figure la création du genre ni de l'espèce [3]. Mais cet

(1) E. Haug, *Traité de Géologie*, t. 2, 1908, p. 1242.

(2) Nicholson, *A Monograph of the british Stromatoporoïds* (*Palæontographical Society*, 1886).

(3) Tornquist, *Ueber mesozoische Stromatoporiden* (*Sitzungsberichte der königl. preuss. Akademie*, 21 novembre 1901).

organisme a été ultérieurement figuré sous ce même nom par M. Haug, dans son Traité de Géologie (*Pl. CXVII*).

Les travaux que je poursuis au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne et qui ont pour objet l'étude des Stromatopores mésozoïques, m'ont amené à examiner précisément *Actinostromaria stellata* Mun.-Chalm. et j'ai été frappée par la ressemblance extrême de ce Stromatopore cénomanien avec certaines espèces du genre dévonien *Actinostroma* Nich.

J'ai recueilli dans les calcaires givétiens de Couvin (Belgique) et de Glageon (Nord) des échantillons appartenant à plusieurs espèces d'*Actinostroma*; ils m'ont fourni d'assez bonnes coupes et il m'a été possible d'établir d'une façon certaine les différentes analogies.

Dans les deux cas, les colonies se présentent sous forme de masses mamelonnées, aplaties, hémisphériques ou même pédiculées. Sous le marteau, la structure en couches concentriques et parallèles se révèle, et les colonies dévoniennes aussi bien que les colonies cénomaniennes se débitent en lames conchoïdales. La surface convexe de ces lames n'est autre qu'une des anciennes surfaces extérieures du cœnosteum; la masse coloniale se compose de strates concentriques d'épaisseur variable et chaque strate comprend à son tour un nombre plus ou moins grand de planchers parallèles soutenus par des piliers radiaux [1]. La surface extérieure est ondulée et couverte d'éminences basses et arrondies, que Nicholson désigne sous le nom de *mamelons* ou *monticules*, et qui sont distantes d'environ 5^{mm} à 10^{mm}. Du centre de ces mamelons rayonnent les branches d'un système canaliculaire appelé *astrorhize*. Les canaux de l'astrorhize décrivent un dessin sinueux à ramifications délicates et celles-ci communiquent entre elles et avec celles des systèmes astrorhizaux voisins. A la loupe, on aperçoit non seulement les connexions de ces canalicules, mais encore une infinité de petits tubercules qui sont les extrémités des piliers radiaux.

Des sections minces pratiquées dans les deux séries d'échantillons vérifient tous ces caractères communs.

Les coupes horizontales sont en effet très semblables : elles présentent dans les deux cas des canaux non pourvus de murailles propres; les branches astrorhizales rayonnent autour du canal axial quelquefois subdivisé en chambres axiales.

Quand on examine les coupes verticales, on voit l'axe des mamelons correspondre au canal central de l'astrorhize, si bien que le point de confluence des branches astrorhizales se trouve être au sommet de ces mamelons. Chez *Actinostromaria stellata* Mun.-Chalm., le canal central de l'astrorhize traverse un grand nombre d'assises; il n'en est pas de même chez *Actino-*

(1) Ces strates correspondent donc à autant de périodes d'accroissement. Dans les phases de repos, il arrive que des éléments étrangers se déposent sur la surface du cœnostteum et sont englobés plus tard par la colonie qui s'accroît à nouveau.

stroma stellulatum Nich, par exemple, dont le tube axial ne traverse qu'un petit nombre d'assises, souvent moins de 6; mais cela tient sans doute à ce que la direction de ce canal est légèrement oblique au lieu d'être nettement verticale comme c'est le cas pour *Actinostromaria stellata* [1].

Selon Nicholson, l'un des caractères les plus frappants du genre *Actinostroma* est la continuité des piliers radiaux à travers un grand nombre de planchers et d'espaces interlaminaires, quelquefois même à travers toute l'épaisseur des strates. Or l'Actinostromidé cénomanien montre ce caractère poussé au plus haut point. Par cela même, le genre *Actinostromaria* est beaucoup plus voisin du genre *Actinostroma* que ne le sont les deux genres paléozoïques *Clathrodictyon* et *Stylodictyon*. D'après Nicholson, les Actinostromidés comprennent en effet tous les représentants des genres *Actinostroma*, *Clathrodictyon* et *Stylodictyon* (celui-ci d'affinités douteuses). Il conviendrait désormais de les classer comme il suit :

Fam. ACTINOSTROMIDÉS.	1° Piliers radiaux continus...	G. *Actinostroma* (Dévonien). G. *Actinostromaria* (Cénomanien).
	2° Piliers non continus......	G. *Clathrodictyon* (Silurien supérieur, Dévonien).
	3° Affinités douteuses.....	G. *Stylodictyon* (Dévonien).

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'ossements de grands Pythonomorphes dans le Crétacé supérieur des environs de Jérusalem.* Note de M. **J. Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

L'existence de grands Reptiles du groupe des Lépidosauriens n'était connue qu'en Europe (grand Mosasaure de Maestricht, etc.) et en Amérique où Cope a fait connaître en 1875 toute une faune de ces étranges animaux : ce sont les genres *Clidastes*, *Sironectes*, *Platycarpus*, *Liodon*, *Mosasaurus*, *Baptosaurus*. C'est au genre *Liodon* (*Rhamphosaurus?*) que doivent être rapportés, pensons-nous, les vertèbres recueillies par le P. Ruffier des Missionnaires d'Afrique et qui nous ont été remises de sa part, il y a plus d'un an, par le P. Declodt. Nous avions espéré jusqu'ici recevoir de nouveaux documents relatifs à cette découverte, mais les relations de plus en plus difficiles avec la Syrie et la Palestine ne permettent pas

[1] Ce caractère assez net de dissemblance suffit à justifier le maintien des deux genres.

d'espérer de nouveaux envois. Nous tenons donc à signaler la découverte elle-même en renvoyant à plus tard de plus importants détails. Les vertèbres qui nous ont été soumises sont au nombre de cinq, *procœles*, sans zygosphène mais avec zygapophyses bien développées. Nous avons pu les comparer et presque les identifier avec celles d'un *Liodon*, décrit et figuré par Cope, sans dénomination spécifique, sur la planche XXXIV de son Ouvrage *The vertebrata of the cretaceous formations of the West* (¹) ou avec celles du *Liodon proriger* Cope, figurées sur la planche XXX du même Ouvrage.

La plus grosse est une dorsale d'une dimension moitié moindre que celles qui sont figurées sous les n°s 1 à 5, planche XXXIV. Mais, toutes proportions gardées, les caractères sont identiques avec canal neural élargi à ses deux extrémités et surface articulaire subovalaire.

La deuxième est une caudale extérieure comparable à celle de la figure 11 de la planche XXX avec surface articulaire subarrondie.

La troisième est une caudale médiane ou postérieure tout à fait semblable à celle de la figure 12 de la même planche qui appartient au *Liodon proriger*.

La quatrième est une caudale postérieure identique à celle figurée par Cope sous le n° 13 de la même planche et dont la surface articulaire, comme celle de la précédente, est ovalaire, subrectangulaire avec apophyses épineuses très développées.

Enfin la dernière est à peu près identique à celle qui est figurée par Cope, planche XXXIV, n° 29. Elle a tous les caractères d'une vertèbre caudale postérieure dont la section est subhexagonale, avec côtés inférieur et supéro-latéraux plus longs que les autres et des faces articulaires aussi hautes que larges.

Les dimensions des vertèbres similaires des types connus sont à peu près deux fois plus grandes que celles des vertèbres en question. Ce fait nous a paru suffisant pour établir que le *Liodon* de Palestine n'appartient à aucune des espèces connues de ce genre. Nous proposons donc de l'appeler *Liodon asiaticum*.

(¹) *United States Geological Survey of the Territories*, t. 2, Washington, 1875.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant le deuxième trimestre de* 1915. Note de M. **Ph. Flajolet**, présentée par M. B. Baillaud.

Les relevés des courbes du déclinomètre Mascart, pendant le deuxième trimestre de 1915, fournissent la répartition suivante des jours perturbés :

Échelle.		Avril.	Mai.	Juin.	Totaux du trimestre.
0	Jours parfaitement calmes.	4	5	8	17
1	Perturbations de 1′ à 3′.	13	11	11	35
2	» de 3′ à 7′.	3	7	7	17
3	» de 7′ à 15′.	9	4	3	16
4	» de 15′ à 30′.	1	2	0	3
5	» > 30′......	0	0	1	1

Les perturbations les plus fortes se sont présentées les : 22 avril (15′); 1er et 2 mai (17′); 17 juin (> 35′).

Par rapport aux résultats du premier trimestre (¹), on constate un accroissement de 4 dans le nombre des jours cotés 1 et de 1 dans ceux de la cote 5.

Il y a diminution de 5 à la cote 0 et de 1 à la cote 3. Il n'y a pas de changement aux cotes 2 et 4.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Considérations générales sur les formes structurales de la Chine sud-occidentale et des Marches Thibétaines* (²). Note de M. **A.-F. Legendre.**

Si l'on considère, dans son ensemble, le vaste territoire de la Chine sud-occidentale et des Marches Thibétaines que j'ai exploré, en plusieurs années, entre le 25° et le 30° latitude, le 99° et le 102° longitude Est Paris, ce qui frappe le plus, c'est l'*uniformité* de l'altitude des chaînes, malgré leur caractère escarpé et la profondeur extrême des vallées qui les séparent. Si,

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 714.

(²) Principaux résultats géographiques de ma dernière exploration dans le massif sino-thibétain.

un seul moment, on pouvait faire abstraction de ces vallées-couloirs, de ces gorges si abruptes, on n'aurait devant soi qu'un immense plateau, avec des aspérités, des intumescences, sans doute, en certains districts, mais arasé, quand même, dans sa plus grande surface, raboté, nivelé, *incontestablement sénile*.

Ce qui frappe encore, c'est le caractère de véritable *plan incliné* de ce territoire du Nord au Sud et de l'Ouest à l'Est; on observe un immense plongement d'ensemble vers l'océan Indien d'une part, vers le Pacifique, d'autre part.

Les grandes altitudes décroissent en effet de l'Ouest à l'Est et du Nord au Sud. Tandis que dans la vallée du Yalong, les hautes chaînes atteignent 5000^{m} et 6000^{m}, que les cols se trouvent au-dessus de 4000^{m} (vers 4500^{m} généralement), atteignant même 5000^{m}, parfois, comme au Dé Ghi La; au contraire, les sommets du massif du Mao Nieou Chan, entre la vallée du Yalong et celle du Ngan Ning, dépassent rarement 4500^{m}, se maintiennent plutôt vers 4000^{m}. La décroissance s'accentue vers l'Est dans le massif lolo des Ta Leang Chan, au sud du fleuve Tong Ho et dans le massif des Oua Pao Chan, au nord de ce fleuve, où l'altitude de 3500^{m} est un maximum. Vues des points culminants, les chaînes constituantes de ces derniers massifs setchouennais présentent, comme celles du bassin du Yalong, une remarquable *uniformité* d'altitude; les parties arasées, nivelées se rencontrent partout, malgré l'habitus tourmenté que donne à l'ensemble l'énorme travail de creusement des vallées actuelles, creusement intensif, qui en fait des vallées-couloirs, une succession de cañons.

Les régions du Yunnan central et septentrional que j'ai explorées ne s'écartent guère de cette morphologie. Les formations tabulaires seraient seulement plus étendues, surtout dans l'ouest du méridien de Yunnan Fou jusqu'au Fleuve Bleu.

De ce court exposé il résulte que le vaste territoire ci-dessus délimité a, dans son ensemble, un aspect bien caractérisé de *vieux pays*, dont les formes nivelées, avec versants peu accusés dans les hauts, sont en violent contraste avec des formes de *rajeunissement* extrêmement abruptes dans les pentes inférieures, si bien que les dépressions, les vallées sont, comme je l'ai dit, de véritables cañons sur une grande partie de leur développement. Cette morphologie n'est explicable que par l'acceptation de mouvements *épirogéniques*, de mouvements verticaux récents, ayant provoqué un abaissement considérable des niveaux de base primitifs. Cet abaissement a été tel, dans certaines régions, dans la vallée du Yalong par exemple, qu'on

observe de belles terrasses avec alluvions, non seulement à 500^m au-dessus du niveau actuel du fleuve (Mětérong, Baurong, Eul Se Ing), mais encore à plus de 1000^m (Kié Sin, près Ki Mou Ling, Kiang Lang, Mao Kou Tchang). De plus, aux abords du col qui domine Kié Sin, dans l'Est, j'ai observé des blocs calcaires roulés très évidés, creusés de véritables marmites, gisant sur une pente très douce; on chemine sur un lit ancien du Yalong à 1700^m au-dessus du niveau actuel. Ces blocs ont même nature, même aspect que ceux d'une terrasse plus récente dominant de 800^m environ le fleuve, à Yu Tong Ho.

De même, dans la région du Yalong, au nord de Métérong, on reconnaît, sans peine, des lits anciens à plus de 1500^m au-dessus du fleuve, lits avec terrasses intermédiaires superposées.

Dans la vallée du Ngan Ning, du Pou Hiong Ho, du Tong Ho, on observe le même développement morphologique avec ses variations, ses cycles si bien marqués.

Il s'ensuit que Yunnan, Setchouen et Marches Thibétaines ont subi, en même temps, le même ou plutôt les mêmes efforts de *soulèvement*. La superposition des terrasses met en évidence une succession de mouvements qui ont dû être d'une grande violence puisqu'ils se sont accompagnés de plissements multiples partout reconnaissables, de fractures, de failles et dislocations bien mises en évidence par l'existence de brusques contacts de formations entièrement différentes, par l'existence de nombreuses dépressions étroites, rectangulaires allongées, aux parois abruptes échelonnées quelquefois en chapelets, comme au Yunnan (zone des lacs), ou encore au Kientchang, du bassin de Yué Si aux approches de Haitang.

Les dépressions, cuvettes d'effondrement, sont surtout fréquentes au Yunnan. Des masses alluvionnaires considérables y sont souvent déposées. Ces masses argilo-sableuses, ou marneuses d'un bariolage intense, s'accumulent parfois sur une hauteur dépassant 100^m. Très caractérisées, je leur ai donné le nom d'*alluvions de Lo Ngai* (première localité où je les rencontrai). Profondément découpées et ravinées, elles rappellent de loin les *Bad Lands* du Dakota.

Les autres faits intéressants de ma dernière exploration sont :

1° La découverte, au nord-ouest de Yunnan Fou, d'un important noyau cristallin et, dans les Marches Thibétaines, de zones d'accumulation volcanique d'un énorme développement, rajeunissant les surfaces anciennes;

2° Découverte de traces indéniables de glaciation ancienne dans la vallée du Yalong;

3° Découverte, dans la vallée du Tong Ho, près de Fou Lin, d'un faciès à *graptolites* jusqu'ici inconnu en Chine;

4° Découverte du *Rhétien*, au Kientchang, dans des gîtes charbonneux d'une vaste extension.

BOTANIQUE. — *Sur les débuts du développement d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa). Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par le Prince Bonaparte.

J'ai exposé récemment (1) les modifications subies par le *S. bulbosa* dans le cours de son existence. Je me propose ici de compléter ce qui concerne la germination et d'indiquer les premiers états du développement de la plantule. Mes cultures ont été réalisées avec des matériaux que j'ai rapportés de Guéthary (Basses-Pyrénées) ou que j'ai reçus du Laboratoire de Roscoff (Finistère).

Après avoir nagé quelque temps, la zoospore s'arrête, s'arrondit, s'entoure d'une membrane, passe à l'état d'*embryospore*. Puis, l'embryospore double au moins son diamètre sans changer de forme et multiplie son chromatophore, tandis que le noyau reste unique. Elle s'allonge ensuite en un tube de même largeur ou plus étroit (*fig.* 1) et sa longueur peut atteindre plusieurs fois son diamètre. Son contenu quitte bientôt l'extrémité postérieure et s'accumule dans l'extrémité jeune; il force ensuite la membrane, s'échappe en une masse nue et uninucléée (2), un peu allongée, qui reste appuyée sur l'ouverture du tube de l'embryospore vidée, s'entoure d'une membrane et grandit rapidement; c'est l'origine de la plantule (*fig.* 2). Celle-ci s'applique et se moule si exactement sur le goulot du tube vidé que le contenu de l'embryospore m'avait paru seulement émigrer puis se séparer par une cloison cicatricielle de la portion postérieure abandonnée.

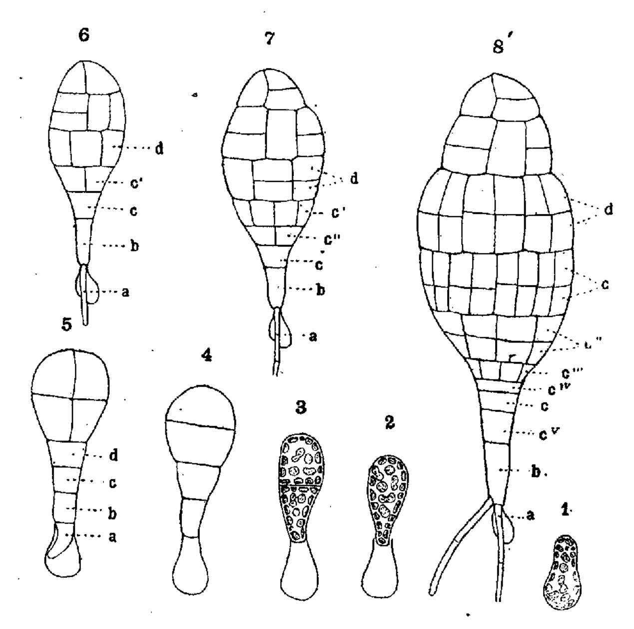
Une zoospore fournit donc un individu. Ce mode de germination sera considéré comme normal à cause de sa fréquence et de la plus grande rapidité d'apparition et de développement de la plantule. Si l'embryospore divise son noyau en deux et prend une cloison, le contenu de la cellule antérieure s'échappe et germe; s'il devient un filament monosiphonié de quelques cellules uninucléées, c'est généralement aussi le contenu de la cellule antérieure qui fournit la plantule et si le reste du filament continue à croître, au lieu de se détruire, il peut fournir une seconde plantule tardive. Enfin j'ai cité, dans ma Note précédente, le cas de cultures à croissance lente et qui

(1) C. SAUVAGEAU, *Sur le développement et la biologie d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa) (*Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 445).

(2) Je n'ai pas assisté à sa sortie, mais j'ai vu près de l'orifice des masses protoplasmiques qui venaient d'éclater sans trace de membrane enveloppante.

semblent souffrir, où l'embryospore émet des branches dressées dont chacune peut produire une plantule par le même processus. Une zoospore fournit alors au moins deux individus.

Le développement de la plantule commence aussitôt et se poursuit sans arrêt, selon les règles générales que résume le schéma suivant :



La plantule unicellulaire, habituellement adhérente au goulot de la membrane de l'embryospore, se divise transversalement vers son milieu; chaque moitié grandit et se divise aussi transversalement (*fig.* 3, 4). Dans cette plantule quadricellulaire, les deux cellules supérieures, plus larges que les autres et qui prennent chacune une cloison longitudinale médiane, représentent la majeure partie de la plantule; toutefois leur importance relative diminuera graduellement; elles constitueront seulement les deux étages terminaux (¹) de la lame monostromatique dont le sommet sera obtus ou pointu selon qu'elles se diviseront plus ou moins.

Les deux cellules inférieures jouent un rôle plus important. Chacune se divise en deux (*fig.* 5). La cellule inférieure *a* s'avance dans la cavité de l'embryospore, puis la traverse en un point variable; d'abord de même diamètre que sa cellule sœur, elle prend promptement figure de rhizoïde car elle s'allonge sans s'élargir, tandis que l'ensemble des trois autres cellules s'élargit en tronc de cône renversé; la membrane de l'embryospore persiste longtemps et se retrouve à la base de ce premier rhizoïde,

(¹) Un *étage* de la plantule est l'ensemble des cellules nées d'une cellule occupant primitivement toute sa largeur; les *assises* transversales proviennent du cloisonnement de cellules déjà divisées selon la longueur; un étage comprend une ou plusieurs assises.

même parfois sur des plantules dépassant 1^{mm} à 2^{mm}. La seconde cellule, *b*, s'allonge plus que les deux autres; elle est le premier rudiment du stipe. La cellule supérieure *d* constituera un ou deux étages de la future lame. A la cellule *c* est dévolu en majeure partie le rôle formateur des nouveaux étages par divisions transversales successives; ses cellules filles qui accroissent la lame sont plus nombreuses que celles qui allongent le stipe. Du côté de la lame chacune de ces cellules filles, d'abord très aplatie, prend plusieurs cloisons longitudinales, puis une cloison transversale médiane (*fig.* 6, 7, 8); dans chaque cellule des deux assises ainsi formées, deux cloisons en croix doublent le nombre des assises, ce nombre pouvant doubler encore une ou même plusieurs fois selon la vigueur de la plantule et produire des lames monostromatiques étroites ou larges. Ces cloisonnements se continuent dans le même sens après l'apparition du caractère polystromatique.

La croissance de la plantule est donc simultanément « stipo-frondale » et intercalaire comme chez la plante adulte. Dans un Mémoire récent, Yendo [1] a décrit chez quelques espèces japonaises un accroissement par cloisonnement de cellules initiales subapicales; le *Saccorhiza* ne présente rien de comparable.

MÉDECINE. — *Influence de quelques facteurs météorologiques sur l'apparition des cas de méningite cérébro-spinale.* Note [2] de M. **Arthur Compton**, présentée par M. A. Laveran.

Hors l'influence des saisons bien démontrée par Netter et Debré [3], rien de précis n'est encore connu quant aux conditions météorologiques qui favorisent l'expansion de la maladie une fois celle-ci déclarée dans un pays. A la suite d'observations personnelles faites dans ces derniers mois, je crois pouvoir aujourd'hui préciser quelques-unes de ces conditions.

Ces observations se rapportent à l'épidémie qui a sévi en Angleterre en 1915 : 15 cas de maladie se sont déclarés pendant les mois de mars, avril, mai, juin à Weymouth, petite ville maritime de 45000 âmes où, comme bactériologiste militaire, j'ai fait le diagnostic de laboratoire.

Sur le tracé annexé à cette Note [4] nous avons porté en abscisses le *temps* et en ordonnées :

---

(1) K. Yendo, *The Development of* Costaria, Undaria *and* Laminaria (*Annals of Botany*, t. 25, 1911).

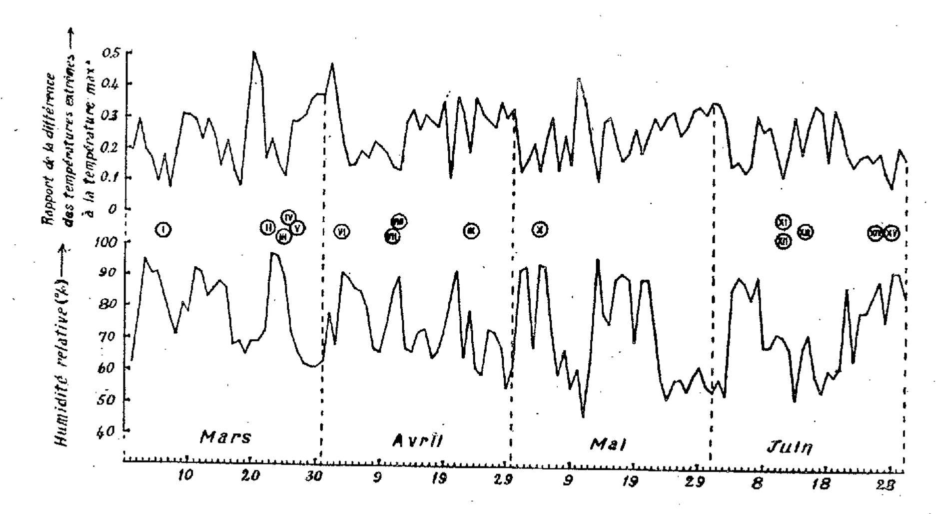
(2) Séance du 6 décembre 1915.

(3) Netter et Debré, *La méningite cérébro-spinale* (Paris, 1911), p. 14-25 et 26-28.

(4) Les détails de cette étude seront donnés dans le Mémoire qui paraîtra prochainement.

(Courbe 1) : la *variation relative de température journalière* $\frac{a-b}{a}$, a et b désignant les températures maximum et minimum respectivement;

(Courbe 2) : l'*état hygrométrique de l'air;* les cas de maladie sont indiqués par des cercles numérotés.



Considérons d'abord la courbe d'humidité relative; un simple examen permet de reconnaître une coïncidence remarquable : apparition presque invariable des cas de méningite cérébro-spinale lorsque la courbe passe par un maximum. Si ce n'est pas là une simple coïncidence, ce fait indique que la saturation de l'atmosphère par la vapeur d'eau est un facteur étiologique d'une grande importance en déterminant l'apparition de la maladie lorsque le microbe se trouve déjà dans le pays.

Pour la période étudiée l'accord est si frappant que, ayant à sa disposition la courbe en question et utilisant la remarque précédente, on peut situer, à coup sûr, les dates d'apparition de la maladie. Notons en passant que pour le maximum situé le 23 mars, date où l'humidité relative de l'air a été la plus grande que nous ayons observée, nous avons 4 cas de maladie.

Cette relation de l'apparition plus ou moins constante des cas de méningite cérébro-spinale et d'un état hygrométrique élevé de l'air me paraît trop fréquente pour être une simple coïncidence. Je pense plutôt qu'une forte humidité relative est un facteur favorable à l'apparition de la maladie lorsque le méningocoque est déjà dans la région.

Il est intéressant de rapprocher ce résultat de cette ancienne observation

de laboratoire, que le microbe de la méningite cérébro-spinale se développe le mieux sur des milieux de culture artificiels lorsqu'il est pourvu d'une grande humidité : les conditions atmosphériques à l'intérieur du tube de culture se rapprochent alors plus ou moins de la saturation par la vapeur d'eau.

Mais dans le cas du microbe cultivé *in vitro* un autre facteur joue un rôle important : la température d'incubation.

Considérons alors la courbe (I), courbe des variations relatives de la température de l'air, c'est-à-dire des variations de température auxquelles le méningocoque a été soumis. Ici encore nous pouvons faire une remarque importante, c'est que les cas de maladie font leur apparition lorsque *cette courbe passe par ses minima*, c'est-à-dire lorsque les *variations diurnes de température sont les plus faibles*. De grandes variations, des sautes de températures, sont donc nuisibles à la virulence du microbe.

Ainsi, les conditions atmosphériques qui semblent les plus favorables à l'apparition des cas de méningite cérébro-spinale sont une *forte humidité relative* (saturation) de l'atmosphère combinée avec une *grande égalité de température*.

Cette conception explique pourquoi entre le 10 et le 16 mars, le 12 et le 21 mai, nous ne constatons pas de cas de maladie alors que la courbe d'humidité passe par des maxima : c'est que simultanément la courbe de température passe par des maxima, conditions défavorables comme nous l'avons vu.

MÉDECINE. — *Recherches sur la gangrène gazeuse.*

Note de MM. **M. Weinberg** et **P. F. Séguin**, présentée par M. A. Laveran.

Nous avons essayé de résumer dans cette Note les résultats de l'étude bactériologique de 100 cas d'infections gazeuses.

La flore microbienne de la gangrène et du phlegmon gazeux est celle de toutes les plaies de guerre. On rencontre presque toujours dans les plaies gangréneuses des associations complexes de microbes aérobies et anaérobies qui proviennent de la terre souillée par les matières fécales; un grand nombre de microbes que nous avons isolés appartiennent, en effet, à la flore intestinale.

Les plaies où l'on ne rencontre pas d'aérobies sont extrêmement rares. Voici par ordre de fréquence les espèces isolées : diplocoques (pneumo-

coque, entérocoque), streptocoque, staphylocoque, proteus, pyocyanique, coli et quelques germes non encore identifiés.

De tous ces microbes, seuls le proteus et quelques races de coli peuvent produire des gaz dans la plaie, mais les lésions que provoquent ces microbes n'ont pas la gravité des infections gazeuses qui restent subordonnées à la multiplication locale de toute une série de bacilles anaérobies.

Le plus commun, ainsi que l'un de nous l'avait déjà montré, est certainement le *B. perfringens* (66 pour 100), puis viennent le *B. sporogenes* (18 pour 100) dont l'action pathogène, bien que faible, n'est pas négligeable (1), le *B. œdematiens* (2) (13 pour 100), le V. septique (4 pour 100), le *B. fallax* (3) et quelques anaérobies rares que nous n'avons pas encore identifiés. On trouve souvent associés à ces microbes des anaérobies non pathogènes, grands producteurs de gaz, que nous avons désignés, à cause de leur aspect en gélose profonde, sous le nom de *cœurs jaunes* (4). Ce sont surtout ces germes qu'il faut incriminer dans les affections gazeuses à tableau clinique grave, mais à évolution favorable.

En somme, les microbes les plus dangereux que nous avons trouvés dans les affections gazeuses graves sont : le *B. perfringens*, le *B. œdematiens*, le V. septique, et exceptionnellement le *B. fallax*.

Une même plaie gangréneuse renferme souvent une association d'anaérobies pathogènes (V. septique et *B. perfringens; Œdematiens* et *perfringens; Œdematiens*, V. septique et *B. fallax; Œdematiens*, *B. perfringens* et *Sporogenes*, etc.).

---

(1) Il est intéressant de signaler que des microbes non pathogènes de la flore intestinale, comme le *B. perfringens* ou le *B. sporogenes*, deviennent pathogènes une fois passés par la plaie. Nous l'avons constaté en étudiant comparativement deux races d'une même espèce, l'une isolée des matières fécales, et l'autre de la plaie du même malade.

Le renforcement de la virulence de ces microbes s'explique facilement par la présence dans la plaie de toxine ou de toxines sécrétées par des microbes pathogènes associés. La chimiotaxie négative des phagocytes provoquée par ces toxines permet aux microbes non pathogènes de pulluler abondamment dans la plaie et même de passer rapidement dans le sang; ce qu'on observe expérimentalement en injectant sous la peau d'un cobaye un mélange de toxine d'*œdematiens* et de culture d'une race non pathogène de *Sporogenes* ou d'un *cœur jaune*.

(2) Weinberg et Séguin, *C. R. Soc. Biol.*, séance du 9 octobre 1915.

(3) *Id.*, séance du 4 décembre 1915.

(4) *Id.*, séance du 29 mai 1915.

Il nous est arrivé d'isoler dans un même cas deux races d'une même espèce, par exemple : deux races de *B. perfringens* ou de *B. œdematiens*.

Quand l'affection gazeuse s'aggrave, les anaérobies pathogènes de la plaie envahissent l'organisme, seuls ou accompagnés de germes non pathogènes ou ne jouant qu'un rôle secondaire dans l'évolution de la maladie. Il arrive même que ceux-ci passent les premiers dans le courant circulatoire, comme le montre le résultat de nos hémocultures, pratiquées dans 20 cas de gangrène gazeuse mortelle. 16 fois l'hémoculture a été positive. Le *B. perfringens* a été isolé 11 fois (9 fois seul, 1 fois associé au *streptocoque* et 1 fois au *sporogenes*); dans 3 cas, nous avons trouvé le *B. œdematiens*, toujours associé (1 fois au *streptocoque*, 1 fois au *sporogenes*, 1 fois à un microbe non identifié, voisin du *sporogenes*). Nous n'avons rencontré qu'une seule foisle *V. septique*; enfin, dans un cas, l'hémoculture a donné un microbe non pathogène, encore à l'étude.

Le microbe obtenu par l'hémoculture ne doit être considéré comme ayant joué le rôle principal dans l'évolution d'un cas de gangrène gazeuse que si l'examen bactériologique de la plaie n'a pas révélé la présence d'autres espèces anaérobies encore plus pathogènes.

Dans les cas où l'hémoculture a été négative, la flore de la plaie renfermait une association microbienne où se trouvaient une ou plusieurs espèces toxiques.

Que les microbes pathogènes passent ou non dans le sang, c'est-à-dire qu'il y ait ou non septicémie, il n'est pas douteux que les blessés atteints de gangrène gazeuse succombent à une intoxication.

En effet, les anaérobies que nous avons isolés dans la gangrène gazeuse sont tous toxiques. Certaines toxines provoquent la mort du cobaye, et toutes, injectées sous la peau de cet animal, produisent rapidement des œdèmes plus ou moins considérables. Ce fait est exact, non seulement pour le *B. œdematiens*, le *B. fallax* et le V. septique, mais aussi pour certaines races de *B. perfringens* et de *Sporogenes*.

Comme ces microbes sont souvent associés, il est évident que la toxine de chacun d'eux a sa part dans l'intoxication générale de l'organisme. D'après nos expériences, le mélange de petites doses de différentes toxines provoque, en général, des lésions beaucoup plus graves qu'une dose double de chaque toxine injectée isolément.

Ce fait nous fait comprendre la gravité de certaines associations microbiennes dans la gangrène gazeuse où la mort est, dans beaucoup de cas,

le résultat de l'action simultanée de plusieurs toxines. Nous proposons le nom de *cénotoxines* pour désigner les poisons microbiens agissant en commun sur l'organisme et celui de *cénotoxie* pour l'intoxication générale due à l'action de deux ou plusieurs toxines.

II. Les nombreuses associations microbiennes que nous a révélées l'étude de la flore de la gangrène gazeuse expliquent les différents tableaux cliniques décrits par les chirurgiens. Il est cependant impossible d'en établir une classification bactériologique. Tout au plus peut-on opposer à la gangrène gazeuse classique, où l'envahissement des tissus par les gaz représente le symptôme le plus frappant, la forme toxique où un œdème considérable arrive à masquer presque complètement l'infiltration gazeuse.

On peut cependant rencontrer les mêmes associations microbiennes dans ces deux formes cliniques opposées de la gangrène gazeuse; mais alors que dans la forme classique le symptôme dominant, la production des gaz, est lié à la multiplication d'un *B. perfringens*, d'un V. septique ou d'un *cœur jaune* dans la forme toxique, où prédomine l'œdème, le rôle principal sera joué par un ou plusieurs microbes toxiques tels que le *B. œdematiens*, le *B. fallax*, le *B. sporogenes*, etc.

III. Nous avons essayé de préparer des sérums contre les microbes les plus pathogènes de la gangrène gazeuse.

Ces microbes produisent, en milieux artificiels, des toxines relativement faibles; la toxine la plus active, celle du *B. œdematiens*, tue le cobaye de 300^{g}-500^{g} à la dose de $\frac{1}{40}$ de centimètre cube dans la veine, celle du V. septique, à la dose de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube et, enfin, il faut 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de toxine du *B. perfringens* ou du *B. fallax* pour amener la mort de l'animal.

On comprend donc qu'il soit difficile dans ces conditions de préparer un sérum anti-toxique suffisamment actif contre le *B. perfringens*. Le sérum anti-perfringens préparé par l'un de nous est anti-microbien; il est très actif vis-à-vis de la culture, agit bien sur la plaie dont la flore est riche en *B. perfringens*, a donné quelques bons résultats dans les cas de gangrène gazeuse grave, mais jamais chez les malades en pleine septicémie. Nous avons également préparé deux sérums anti-toxiques, l'un vis-à-vis du V. septique (¹), l'autre vis-à-vis de la souche la plus toxique du *B. œdematiens*. Ils sont très actifs vis-à-vis de la culture et de la toxine de ces

---

(¹) Le sérum anti-V. septique a été préparé par Mlle Raphaël et Frasey avec un V. septique de lapin et par nous avec un V. septique provenant d'un cas de gangrène gazeuse mortelle.

microbes. Nous n'avons pas encore eu l'occasion d'étudier leur pouvoir curatif sur l'homme. Toutefois, les expériences sur le cobaye permettent de prévoir qu'ils ne seront efficaces qu'employés au début de l'intoxication : la toxine du V. septique et celle du *B. œdematiens* se fixent très rapidement dans l'organisme. Pour sauver les cobayes, il faut injecter le sérum dans la première demi-heure qui suit l'injection de toxine.

Des recherches personnelles nous permettent d'affirmer qu'il est difficile d'obtenir rapidement un sérum actif contre deux toxines (V. septique et *B. œdematiens*). D'autre part, les germes pathogènes trouvés dans la gangrène gazeuse devenant de plus en plus nombreux, la préparation d'un sérum anti-polytoxique efficace ne nous paraît pas réalisable. Nous pensons que le meilleur moyen de réduire considérablement le nombre de cas mortels de gangrène gazeuse est de traiter préventivement toutes les plaies de guerre par un sérum mixte, c'est-à-dire par le mélange des sérums actifs préparés contre les microbes les plus dangereux de cette maladie.

HISTOLOGIE. — *Sur les terminaisons du nerf acoustique.* Note (1) de M. E. **Vasticar**, présentée par M. Henneguy.

Les corpuscules intra-cellulaires sont multiples :

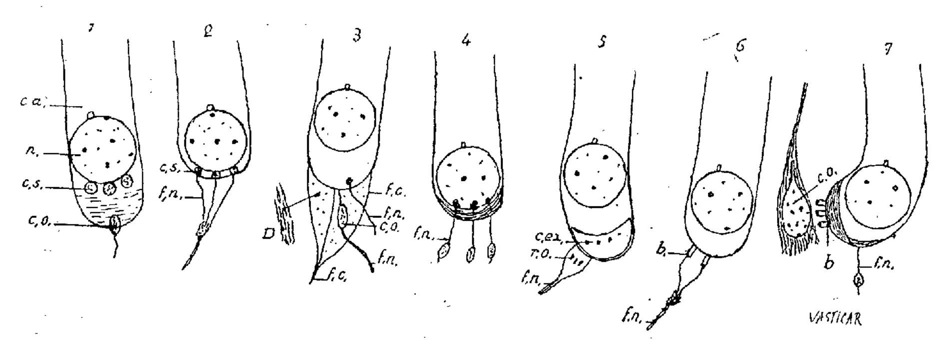
Ils ont la forme de petits grains sphériques isolés les uns des autres et disposés transversalement dans l'espace semi-circulaire séparant le noyau du corps exoplasmique (*c. s., fig.* 1). Si celui-ci est très développé comme sur la figure 1 on les aperçoit, à une grande distance de l'extrémité profonde de la cellule, tangents, d'une part, au noyau et, de l'autre, à la surface concave du corps exoplasmique. Leur diamètre mesure environ le tiers de celui du noyau. Je remarque, en outre, inclus dans la partie inférieure du corps exoplasmique et dans l'axe même de la cellule, un corpuscule ovoïde faisant, à l'extérieur, une légère saillie à laquelle fait suite un filament nerveux unique (*c. o., fig.* 1).

Lorsque le corps exoplasmique est très réduit, les corpuscules intracellulaires n'en occupent pas moins l'espace, si restreint soit-il, qui sépare le noyau du fond de la cellule (*c. s., fig.* 2). Ils sont, dans ce cas, de très petites dimensions. La figure 2 montre trois de ces corpuscules auxquels corres-

(1) Séance du 6 décembre 1915.

pondent extérieurement un nombre égal de fibrilles nerveuses très déliées faiblement ondulées (*f. n.*, *fig.* 2). Elles se réunissent sur une petite masse de même coloration, irrégulièrement délimitée, de nature neuroplasmique probable, au delà de laquelle elles constituent un filament nerveux unique plus épais.

Ce mode de terminaison doit être distingué d'une formation particulière, d'aspect un peu analogue, mais d'une autre nature. Elle est conique, accolée



Abréviations : *b.*, bâtonnets; *c. a.*, cellule auditive externe du lapin; *c. ex.*, corps exoplasmique; *c. o.*, corpuscule ou corps ovoïde; *D*, cellule de Deiters; *f. c.*, filament conjonctif; *f. n.*, filet nerveux; *c. s.*, corpuscules sphériques; *n.*, noyau de la cellule auditive; *r. o.*, renflement ovoïde.

par sa base à l'extrémité profonde de la cellule et maintenue contre elle par trois ou quatre filaments conjonctifs se réunissant inférieurement en un seul filament plus gros descendant verticalement (*f. c.*, *fig.* 3). D'autres filaments plus courts se détachent de différents points colorés de sa surface se dirigeant transversalement ou obliquement vers le segment granuleux de la Deiters correspondante. Ce corps est constitué par une membrane mince finement granuleuse extérieurement, limitant une cavité intérieure qui contient un corpuscule ovoïde situé sur le trajet d'un filament nerveux dont le bout périphérique rejoint l'enveloppe cellulaire et dont le bout central fait issue au dehors (*c. o.*, *fig.* 3). Cette préparation montre, en outre, un autre filament nerveux se détachant d'un point bien coloré situé à l'extrémité arrondie de l'enveloppe qui prend, ainsi que le filament précédent, la direction du tunnel (*f. n.*, *fig.* 3).

Au lieu de se réunir sur un renflement unique, chacune des fibrilles nerveuses peut présenter en propre un renflement ovoïde. Ces renflements sont alors isolés les uns des autres; il en résulte pour les fibrilles afférentes des directions divergentes (*f. n.*, *fig.* 4). Les bouts centraux de ces filaments se réunissent en un filament unique. On peut suivre leur bout périphérique

à l'intérieur de la cellule où ils aboutissent à des points colorés empiétant sur la substance du noyau.

J'observe, chez une cellule de la première rangée d'une série oblique, la forme que je viens de décrire, tandis que la celulle de la deuxième rangée ne comporte qu'un seul filament avec son renflement ovoïde. Les filaments issus de ces deux cellules différentes se réunissent en un seul faisceau.

Au lieu d'être indépendants et libres dans le milieu extra-cellulaire les fibrilles nerveuses afférentes accompagnées de leur renflement sont parfois groupées à l'intérieur d'une petite masse bien délimitée, tantôt accolées à l'extrémité de la cellule, tantôt disposées latéralement et au milieu de laquelle on les aperçoit par transparence (*r. o.*, *fig.* 5). A leur sortie les fibrilles nerveuses se réunissent en un seul faisceau se dirigeant vers l'axe du limaçon. On remarque de plus sur cette figure un corps exoplasmique très développé et complètement isolé de l'enveloppe cellulaire. Les points colorés vus à son intérieur sont les sections obliques des canalicules intra-exoplasmiques.

J'observe chez d'autres cellules des sortes de bâtonnets très réfringents, cylindriques, parallèles entre eux, fixés verticalement sur certains points de leur convexité terminale. Leur longueur, qui égale le sixième environ du diamètre du noyau, est à leur largeur dans le rapport de 3 à 2 (*b*, *fig.* 6). Leur extrémité libre nettement limitée transversalement est seule colorée par les procédés habituels, la ligne de contour étant à peine indiquée. Sur cette figure qui représente une cellule de la deuxième rangée, deux fibrilles nerveuses paraissent bien se détacher de leur extrémité pour constituer un seul filament au niveau d'un petit amas neuroplasmique situé à une certaine distance de la cellule (*f. n.*, *fig.* 6).

Je vois, dans un autre cas, les trois cellules d'une même série oblique pourvues de ces bâtonnets au nombre de trois ou quatre. L'extrémité profonde de la cellule de la deuxième rangée offre cette particularité d'être coudée latéralement sur son axe; elle est déjetée en dehors et les bâtonnets implantés verticalement sur sa convexité au niveau d'un épaississement neuroplasmique semi-lunaire sont disposés transversalement (*b*, *fig.* 7). Aucune fibrille nerveuse ne semble s'en détacher. Les extrémités de ces bâtonnets sont situées à une faible distance d'un corps ovoïde d'assez grandes dimensions contenu dans le prolongement céphalique granuleux de la Deiters correspondante. Son grand diamètre égale presque celui du noyau de la cellule auditive; le petit diamètre est d'environ la moitié du premier. A l'extrémité supérieure de son grand axe fait suite un bâtonnet

cylindro-conique. Sa surface est grossièrement granuleuse (*c. o.*, *fig.* 7). Il existe, en outre, chez cette même cellule un autre épaississement exoplasmique, d'épaisseur moindre, situé sous le noyau. De son centre se détache extérieurement une fibrille nerveuse unique munie d'un renflement ovoïde (*f. n.*, *fig.* 7).

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES D'OCTOBRE 1915. (Suite.)

University of California. Berkeley.

— Publications in Mathematics : Vol. 1, n° 4; *A complete set postulates for the logic of classes expressed in terms of the operation « Exception » and a proof of the independence of a set of postulates due to Del Ré*, by B.-A. BERNSTEIN; — Vol. 1, n° 5; *On a tabulation of reduced binary quadratic forms of a negative determinant*, by HARRY N. WRIGHT; — Vol. 1, n° 6; *The abelian equations of the tenth degree irreducible in a given domain of rationality*, by CHARLES G. P. KUSCHKE; — Vol. 1, n° 7; *Abridged tables of hyperbolic functions*, by F.-E. PERNOT.

— Publications in Geography : Vol. 1, n° 7; *Preliminary report on the recent volcanic activity of Lassen Peak*, by RULIFF S. HOLWAY.

— Publications in Geology : Vol. 8, n° 6; *Fauna of the Martinez Eocene of California*, by ROY ERNEST DICKERSON; — Vol. 8, n° 7; *Descriptions of new species of fossil mollusca from the later marine Neocene of California*, by BRUCE MARTIN; — Vol. 8, n° 8; *The Fernando Group near Newhall, California*, by WALTER A. ENGLISH; — Vol. 8, n° 9; *Ore deposition in and near intrusive rocks by meteoric waters*, by ANDREW C. LAWSON; — Vol. 8, n° 10; *The Agasoma-Like Gastropods of the California tertiary*, by WALTER A. ENGLISH; — Vol. 8, n° 11; *The Martinez and Tejon Eocene and Associated Formations of the Santa Ana Mountains*, by ROY E. DICKERSON; — Vol. 8, n° 12; *The occurrence of tertiary mammalian remains in*

northeastern Nevada, by JOHN C. MERRIAM; — Vol. 8, n° 13; *Remains of Land Mammals from marine tertiary beds in the Tejon Hills, California*, by JOHN C. MERRIAM; — Vol. 8, n° 14; *Martinez of Rock Creek*, by ROY E. DICKERSON; — Vol. 8, n° 15; *New Molluscan Species*, by ROY E. DICKERSON; — Vol. 8, n° 16; *A Proboscidean Tooth from Western Nevada*, by JOHN P. BUWALDA; — Vol. 8, n° 17; *Notes on the Copper Ores at Ely, Nevada*, by ALFRED R. WHITMAN; — Vol. 8, n° 18; *Mylodont Sloths of Rancho La Brea*, by CHESTER STOCK; — Vol. 8, n° 19; *Tertiary Mammal Beds in West-Central Nevada*, by JOHN P. BUWALDA; — Vol. 8, n° 20; *Echinoids of San Pablo Group*, by WILLIAM S. W. KEW; — Vol. 8, n° 21; *Pleistocene Mammals from Astor Pass*, by JOHN C. MERRIAM.

— Publications in Botany : Vol. 5, n° 6; *Inheritance in Nicotiana Hybrids*, by THOMAS HARPER GOODSPEED; — Vol. 6, n° 3; *Variation in Œnothera ovata*, by KATHARINE LAYNE BRANDEGEE; — Vol. 6, n° 4; *Plantæ Mexicanæ Purpusianæ*, VI, by TOWNSHEND STITH BRANDEGEE; — Vol. 6, n° 5; *The Scinaia Assemblage*, by WILLIAM ALBERT SETCHELL.

— Publications in Agricultural Sciences : Vol. 1, n° 8; *Humus and Humus-Nitrogen in California Soil Columns*, by R. H. LOUGHRIDGE; — Vol. 2, n° 2; *New Variety of Juglans*, by ERNEST B. BABCOCK.

— Publications in Zoology : Vol. 12, n° 8; *Distribution of River Otters in California*, by JOSEPH GRINNELL; — Vol. 12, n° 9; *Four New Pocket Gophers from California*, by JOSEPH GRINNELL; — Vol. 12, n° 10; *Three New Races of Vespertilionid Bats*, by HILDA WOOD GRINNELL; — Vol. 12, n° 11; *A New Chipmunk*, by JOSEPH GRINNELL; — Vol. 12, n° 12; *New Amphibia from Southern California*, by CHARLES LEWIS CAMP; — Vol. 13, n° 6; *The Anatomy of Heterodontus francisci*, by J. FRANK DANIEL; — Vol. 13, n° 7; *Melanophores of the Frog*, by S. J. HOLMES; — Vol. 13, n° 8; *Polychaetous Annelids of the Pacific Coast; New Syllidae from San Francisco Bay*, by AARON L. TREADWELL; — Vol. 13, n° 10; *Notes on the Medusan Genus Stomolophus*, by HENRY B. BIGELOW; — Vol. 14, n° 1; *Physical Conditions in San Francisco Bay*, by FRANCIS B. SUMNER, et al.

— Publications in American Archaeology and Ethnology : Vol. 10, n° 7; *Chilula Texts*, by PLINY EARLE GODDARD; — Vol. 11, n° 3; *Sarsi Texts*, by PLINY EARLE GODDARD; — Vol. 11, n° 4; *Serian, Tequistlatecan and Hokan*, by A. L. KROEBER.

Johns Hopkins University Studies in Historical and Political Science, Baltimore. Series XXXIII, n° 1 : *Money and Transportation in Maryland*, 1720-1765, by CLARENCE P. GOULD; — n° 2 : *The Financial Administration of the Colony of Virginia*, by PERCY SCOTT FLIPPIN; — n° 3 : *The Helper and American Trade Unions*, by JOHN H. ASHWORTH.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un vice-président pour l'année 1916.

M. **d'Arsonval** réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres de la Commission administrative pour l'année 1916.

MM. **Émile Picard** pour la Division des Sciences mathématiques et **Edmond Perrier** pour la Division des Sciences physiques réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Jean de Lignières : sa nationalité et ses œuvres.* Note de M. G. **Bigourdan**.

Wendelin continue (¹), p. 513 :

Cinq étoiles principales, la Dernière du fleuve, Aldébaran, Alhabor, la Queue du Lion (outre les autres) et Alchimech, montrent assez qu'un astronome postérieur

(¹) Voir page 713 de ce volume.

(reproduisant Lignières pour le reste) a au moins corrigé celles-là. Car, quoiqu'il ait attribué à d'autres étoiles les mêmes longitudes que Lignières (visiblement copié par lui), pour les premières sa diligence s'est trouvée éveillée. Et comme entre la Queue du Lion et l'Épi il donne 32°15′, tandis que Tycho trouve 32°13′, il est clair qu'il montre une grande clairvoyance et qu'il a pris dans le ciel même les résultats qu'il nous livre. Il est donc certain pour moi qu'il a d'abord fixé à 2°0′ la latitude de l'Épi et, de là, la déclinaison qu'il adopte. Partant de cette base, il a, en avant et en arrière, corrigé, sinon toutes les étoiles, au moins certaines des principales.

Et voyons avec quel soin. Dans les 250 années qui, en moyenne, séparent Lignières de Tycho, les étoiles, à mon avis du moins, se sont déplacées de 3°31′32″ d'après Képler, et de 3°32′30″ d'après Boulliau, soit en moyenne 3°32′; donc de 1364 à Tycho le mouvement est sensiblement 3°20′. Or, entre le Cœur du Lion et l'Épi il y a, d'après Ptolémée, 54°10′ qui se réduisent réellement à 53°59′. Si donc les astronomes dont nous parlons avaient adopté cette différence, Lignières aurait placé Régulus à ♌ 20°45′ et l'Épi à ♌ 14°44′ pour 1350, et son élève provincial à 20°47′ pour Régulus et 14°56′ pour l'Épi, réduits à 1364, ce qui ne pouvait se faire plus exactement.

Réfléchis à cela, docte Gassendi; accueille et considère Lignières, qui est rendu à la France, sa patrie. Et remarque avec moi qu'en 1332, l'obliquité de l'écliptique était de 23°31′45″ (¹). Ce résultat n'a pu être obtenu à Paris, où les réfractions hivernales diminuent la distance des deux tropiques. Est-ce que le provincial n'aurait pas apporté lui-même de la province à Paris ce qu'il attribue à Lignières?...

A la suite, le rédacteur de la correspondance de Gassendi, écrit : « D'un manuscrit sur parchemin, provenant d'Arras, et maintenant conservé à Bruxelles, dans la bibliothèque de la Société de Jésus, Godefroy Wendelin a copié, en imitant l'écriture, ce qui suit, qui lui a paru le plus utile à savoir (au moins pour les Français) ».

Ici commencent les écrits de Jean de Spira, Allemand, sur les règles de l'Almanach de Maître Jean de Lignières, Picard, du diocèse d'Amiens.

Relativement à la règle de la détermination des auges il y a trois choses à observer : 1° le temps de la Table indéfinie; 2° l'Ouvrage; 3° la cause de l'Ouvrage. La Table de la Lune est ainsi composée que la première ligne renferme les années du Christ commençant à 1320 complet et se terminant à la fin de 1520, comme le montre la fin de la ligne. Ensuite, en suivant les lignes dans l'ordre, nous trouvons d'abord l'auge du Soleil pour le commencement de 1321, puis l'auge de Saturne pour le commencement de la même année, ensuite l'auge de Jupiter, enfin l'auge de Mars....

Vient ensuite le Tableau des éléments des planètes....

Au verso du feuillet 35, un Tableau en deux parties contient d'un côté

(¹) Cela se rapporte à ce qui est dit plus loin, comme donné dans le feuillet 35, verso, du manuscrit de Bruxelles.

des déclinaisons de 0° à 90°, et de l'autre des positions d'étoiles. Au bas de la partie des déclinaisons on lit :

... En tout cas la véritable déclinaison de ce temps-ci est 47°3'30" dont la moitié, pour 1332, est 23°31'45".

Ce qu'on appelle ici *déclinaison* est visiblement la distance des tropiques.

Les positions d'étoiles de la seconde partie du Tableau de Wendelin sont données dans la colonne 7 du nôtre (¹); et la fin de cette partie n'a pu être lue par Wendelin, à l'exception de « 1256 ». Relativement à ces positions d'étoiles on fait la remarque suivante qui paraît être du copiste du manuscrit, c'est-à-dire de Wendelin :

Cela paraît être un catalogue de quelques étoiles rectifiées sous Alphonse, en 1256, quand en réalité le Cœur du Lion était en ♌19°25', étoile que les astronomes ont déterminée avec grand soin pour en déduire les lieux des autres. Mais les latitudes sont confondues avec les déclinaisons.

En effet, les nombres λ de notre colonne 7 sont non des latitudes, comme le dit le manuscrit, mais des déclinaisons.

Wendelin indique ensuite le contenu de quelques feuillets suivants du manuscrit, et signale diverses erreurs grossières de copistes; en passant il dit que, croit-il, la patrie de Jean de Spire est Magdebourg. Puis il continue :

Le verso du même feuillet 48 nous présente un trésor d'un prix inestimable, mais (hélas!) comme perdu au milieu du fumier d'un copiste incapable qui a déshonoré ce travail gigantesque de Lignières, car des 48 étoiles fixes que celui-ci a rectifiées, il n'en cite que 15. Presque toutes se trouvent dans le manuscrit d'Arnaud; plusieurs ont été rectifiées 14 ans plus tard, pour l'année 1364.

Suivent les positions de ces 15 étoiles (²), telles qu'elles sont données dans la colonne 8 de notre Tableau.

En résumé, Wendelin, qui avait eu les deux manuscrits sous les yeux, pensait que le Catalogue tiré du manuscrit d'Arnaud, c'est-à-dire celui

---

(¹) Les noms sont ceux en *italiques* dans la colonne 2 de notre Tableau.

(²) Pour certaines étoiles des déplacements de caractères se sont produits dans cette page 517 de Gassendi ; en résulte d'abord que les longitudes ne correspondent pas aux latitudes, puis que les noms des étoiles ne sont pas en regard des coordonnées : j'ai rétabli la correspondance dans la colonne 8 de notre Tableau.

dressé par l'*Astronomus incognitus*, était celui que Jean de Lignières avait corrigé pour 1350, par des observations directes, mais ramené à 1364 par un de ses élèves. Ce Catalogue résulterait donc de la première tentative faite en Europe pour rectifier les positions d'Hipparque.

Le court passage relatif à l'obliquité de l'écliptique est assez remarquable. Les Tables du Soleil de Le Verrier donnent, en effet, pour 1332 la valeur 23°31′38″. Wendelin pense que le résultat donné par l'observation directe (23°31′45″ pour 1332), quoique attribué à Lignières par le disciple, n'a pu être obtenu à Paris, à cause des réfractions qui diminuent la distance apparente des tropiques, mais aurait été apportée par le provincial, qui l'aurait obtenue dans son pays d'origine.

A Paris, la distance des tropiques déterminée par les hauteurs solsticiales du Soleil, est diminuée par la réfraction de 3′6″ – 0′28″ = 2′38″. Et il faudrait que la réfraction ne l'eût diminué que de 7″. Or, même à 40° de latitude, la diminution par la réfraction serait encore de 1′39″. L'argument de Wendelin n'a donc aucune force, et la valeur rapportée de l'obliquité doit être considérée comme ayant été obtenue à Paris par Jean de Lignières : 'erreur inévitable de l'observation se sera compensée avec la réfraction.

Jean de Lignières est donc l'auteur du catalogue ramené à 1364 et de la détermination de l'obliquité de l'écliptique pour 1332. Voyons ce qu'on peut savoir par ailleurs sur cet astronome.

Les renseignements les plus anciens paraissent être ceux que nous a transmis un auteur allemand du xve siècle, Trithemius [1], qui s'exprime littéralement ainsi :

Jean de Lignières, philosophe, et le plus célèbre des astronomes de son temps, restaura magnifiquement l'astronomie, science déjà presque effacée de la mémoire des hommes; son savoir lui valut de grands éloges dans l'école de Paris, où il eut comme coopérateurs et compagnons de très savants mathématiciens, Jean de Saxe, Jean des Murs et Bernard, philosophes et astronomes remarquables, qui eux-mêmes ont composé divers traités. Des ouvrages nombreux et célèbres écrits par Jean de Lignières, je n'en ai vu que très peu, savoir :

Canones primi mobilis........	lib. 1	*Cujuslibet arcus positi.*
Tabulas ejusdem............	lib. 1	
De sphæra quoque...........	lib. 1	

Je n'ai rien trouvé des autres. Il vécut du temps de Louis IV de Bavière, empereur, et du pape Jean XXII; année 1330.

(1) *Liber de Ecclesiasticis scriptoribus*, n° 580.

L'éclat de l'enseignement astronomique de l'Université de Paris, du temps de Jean de Lignières, est d'ailleurs bien confirmé (1) : en 1310, l'éclipse de Soleil qui eut lieu cette année, le 31 janvier, avait été calculée à l'avance par divers de ses élèves (2); et Richard de Bury, évêque de Durham en Angleterre, mort en 1345, témoigne que dans ses voyages à Paris il y trouva l'Astronomie cultivée avec soin (CREVIER, III, 188).

Les ouvrages laissés par Lignières (3) expliquent à la fois la réputation de l'enseignement de Paris à cette époque et celle de l'astronome, qui, d'après O. Finée, avait aussi inventé et fabriqué une sorte d'équatorial spécial sur lequel nous manquons encore de données.

Une ancienne tradition, que nos historiens scientifiques ont trop contribué à établir (4), place la renaissance de l'Astronomie en Europe au xv[e] siècle et l'attribue à Purbach et à Régiomontan. On voit qu'elle s'était déjà produite au moins un siècle auparavant et que Jean de Lignières y avait bien contribué. S'il est resté peu connu, tandis que l'honneur était attribué aux deux astronomes allemands, c'est que ceux-ci ont été très favorisés par l'invention de l'imprimerie, arrivée de leur temps, alors que les œuvres de Lignières, en retard nécessairement, restèrent cachées dans quelques bibliothèques à l'état manuscrit.

Certains auteurs attribuent à Jean de Lignières la nationalité allemande; d'autres le disent Italien, etc. Il est certain que de son temps l'Allemagne, l'Angleterre, l'Italie... envoyaient à Paris l'élite de leur jeunesse (CREVIER, I, 175), élite qui a fourni bien des élèves illustres. D'ailleurs la facilité d'enseigner qu'on trouvait à Paris, où l'Université accordait ce droit à tous ses gradués, jointe à divers privilèges dont ses docteurs jouissaient (5),

(1) Déjà au x[e] siècle l'Astronomie fut en honneur dans les écoles de Paris, car alors Abbon de Fleury vint l'y étudier (CREVIER, t. I, p. 74); mais dans la suite, au XII[e] siècle, elle paraît y avoir été négligée, comme toutes les mathématiques (CREVIER, t. I, p. 221).

(2) CREVIER, *Histoire de l'Université de Paris depuis son origine jusqu'à l'année* 1600 (CREVIER, *Hist. Univ.*), t. II, p. 224.

(3) Voir plus loin la liste des manuscrits que nous en connaissons.

(4) Voir BAILLY, *Histoire de l'Astronomie moderne*, t. I, 1779, p. 308, et MONTUCLA, *Histoire des Mathématiques*, 2[e] éd., t. I, an VII, p. 538.

(5) Un de ces privilèges était le droit de préséance des docteurs de l'Université de Paris sur ceux de toutes les autres Universités, et celui d'enseigner partout sans nouvel examen.

explique bien le grand nombre de maîtres et d'élèves étrangers qu'on trouve alors à Paris.

Relativement à la nationalité de Lignières, la question se trouve encore compliquée par les diverses formes sous lesquelles on rencontre son nom ([1]). B. Baldi ([2]) et J.-B. Riccioli ([3]) le disent Allemand; mais ni l'un ni l'autre ne donne le moindre détail confirmatif à ce sujet. Bien plus, Baldi cite Trithème, qui est muet sur ce point.

Beaucoup de manuscrits de Lignières le disent Picard, du diocèse d'Amiens; certains ajoutent à son nom celui de Montfort ([4]). Cela admis, Quételet ([5]) le considère comme Belge, parce que, dit-il, Amiens « faisait alors partie de la Belgique » : opinion bien contestable et d'ailleurs inutile à discuter aujourd'hui, mais qui aide à comprendre que certains auteurs aient à la légère attribué à Lignières la nationalité allemande.

D'autres ont fait de Jean de Lignières un Sicilien; mais ici il y a confusion avec un Jean de Sicile, qui serait ailleurs un Jean de Messine.

Enfin l'époque même à laquelle vivait Jean de Lignières a été inexactement reportée au XIIIe siècle. Mais c'est incontestablement une erreur.

Pour lever tous les doutes et pour apprécier l'œuvre de l'astronome picard, du diocèse d'Amiens, il faudrait étudier les manuscrits nombreux attribués soit à lui, soit à des homonymes. En attendant que ce travail soit fait, nous avons rapporté dans la liste suivante les manuscrits arrivés à notre connaissance et portant le nom de Lignières. Il n'a pas été possible de rapprocher les manuscrits relatifs à un même ouvrage, parce que la description de beaucoup d'entre eux est encore trop incomplète.

([1]) Il y a d'abord la difficulté, sinon l'impossibilité, de distinguer l'une de l'autre les deux lettres *n* et *u* dans les vieux manuscrits; puis les déformations si ordinaires des noms propres. Ici on rencontre : *Ligneriis, Lineriis, Linertis, Liveriis, Livieriis, Lyvieriis*, ... En outre il paraît parfois n'être désigné que sous le nom de Jean de Montfort.

([2]) *Cronica de Mathematici*, Urbino, 1707, et *Bulletino di Bibliographia e di Storia*... da B. Boncompagni, XII, 1879, p. 420.

([3]) *Almagestum novum*, I, 1651, p. XXXVIIJ. Riccioli, qui cite ensemble J. de Lignières et J. de Saxe, les dit Allemands et les fait vivre vers 1380, tandis que les sources les plus autorisées placent J. de Lignières vers 1330.

([4]) Dans la région d'Amiens il existe diverses localités du nom de Lignières et de Montfort, ce qui confirme l'origine picarde.

([5]) *Histoire des Sciences mathématiques chez les Belges*, Bruxelles, 1871, in-4°, p. 46 et 52.

LISTE DES MANUSCRITS DE JEAN DE LIGNIÈRES.

(Tous ces manuscrits sont latins.)

PARIS.

Bibliothèque nationale. Fonds latin.

Catalogus Codicum manuscriptorum Bibl. Regiæ. Pars tertia, t. IV, Paris, 1744, in-f° :

7281. 9° Theorica planetarum, edita à *Joanne de Lineriis*, anno 1335.

Id. 11° Canones tabularum Alphonsi Regis Castellæ, à Joanne de Lineriis editi anno 1310.

Id. 12° Ejusdem alius tractatus in easdem tabulas.

7282. 18° Canones tabularum Magistri *Joannis de Lineriis*.

7285. 3° Tabulæ sinuum et chordarum ascensionum signorum, necnon eclipsium et aliorum complurium; quas composuit Magister *Joannes de Lineriis*, Picardus diocœsis Ambianensis.

7295 A. 1° Descriptio instrumenti cujusdam astronomici, quod *Saphea* vocatur : authore *Joanne de Lineriis*; accedunt ejusdem canones.

7329. 14° Canones primi mobilis, extracti per Magistrum *Joannem de Lineriis*.

7378 A. 10° *Joannis de Lineriis* canones primi mobilis.

7405. 1° Tabulæ Alphonsinæ : accedunt canones *Joannis de Lineriis* in easdem tabulas.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité d'une mince couche d'air entre deux surfaces métalliques*. Note de M. **Edouard Branly**.

Mes expériences sur les radioconducteurs m'avaient fait considérer les phénomènes que j'avais découverts en 1890 comme des modifications de la conductibilité de couches minces d'un diélectrique séparant deux surfaces conductrices ([1]). J'ai confirmé cette vue par des essais, publiés en 1912 ([2]), sur des couches de divers isolants. Il était important d'étendre la vérification à l'air, qui constitue souvent l'isolant principal interposé et de rechercher si, avec des couches *mesurables*, il y avait une conductibilité directe pour les courants continus, subissant les mêmes influences de l'étincelle et du choc que les couches sensibles très minces des radioconducteurs.

([1]) *Bulletin des séances de la Société française de Physique*, avril 1891; *Comptes rendus*, 12 février 1894.

([2]) *Comptes rendus*, 11 novembre 1912.

Pour l'air, il fallait lutter contre des incertitudes qui tiennent aux conditions d'établissement et de disparition de sa conductibilité. Afin que la conductibilité recherchée ne se présente plus d'une façon fugitive, ou passe même inaperçue, le détail des dispositions adoptées n'est pas superflu.

Depuis 1910 ([1]), j'opère sur des couches gazeuses localisées dans les vides que laissent des cercles détachés à l'emporte-pièce dans une mince lame isolante. Cette lame, percée de trous, est intercalée entre deux disques plans métalliques. L'ensemble des disques et de l'isolant qui les sépare est serré entre le piston et la plate-forme ou plafond d'une presse à gaz comprimé que j'ai décrite en partie en 1912. L'un des disques est assujetti à la plate-forme, en face du piston; l'autre disque est porté par le piston. Posée sur le second disque, la lame isolante monte avec lui jusqu'à venir toucher et pousser le premier, lorsque la pression du gaz le soulève. Pour que l'application des deux disques se fasse exactement, sans inclinaison des surfaces en présence, le disque inférieur peut être légèrement déplacé par le disque supérieur. A cet effet, il recouvre, sur la tête du piston, la face plane d'une lentille de bronze plan-convexe. Par sa surface sphérique convexe, lubrifiée avec de l'huile, la lentille glisse sur une surface concave en acier, de même sphéricité. La mobilité du disque inférieur a été plusieurs fois assurée, d'une autre façon, par une suspension à la Cardan. Chacun des deux disques est relié respectivement à l'un des pôles d'un élément de pile. Si les couches gazeuses logées dans les trous de l'isolant deviennent conductrices, le courant de la pile se fermera en les traversant.

Contrôle préalable des lames isolantes. — Comme isolant, je n'ai pu employer que le mica ([2]). Un très grand nombre de feuillets de mica blanc ont été clivés en minces lamelles. La mesure de leurs épaisseurs est faite avec un palmer qui apprécie le micron, et l'on conserve les lames dont l'épaisseur ne dépasse pas 10^{μ}. Chaque lame est ensuite, pour son essai, placée entre deux disques de laiton, à faces dressées, de 35^{mm} de diamètre. Les deux disques sont alors soumis à une pression graduelle qui est maintenue, pendant 24 heures ([3]), à 1^{kg} par centimètre carré. Le condensateur que forment les disques, avec le mica comme diélectrique, reste pendant ce temps chargé

([1]) *Bulletin* de juillet 1910 de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

([2]) Une mince feuille de mica clivée a très rarement une épaisseur à peu près constante sur toute son étendue. Certains papiers remplaceraient avantageusement le mica; avec un pouvoir isolant suffisant, ils pourraient offrir une épaisseur uniforme.

([3]) Pour un certain nombre de lames de mica, la durée de l'essai a été quelquefois réduite à une demi-heure et même à 10 minutes, pour éviter une pénétration de l'électricité dans les couches successives du mica.

par une pile de 10 ou 5 accumulateurs (10 accumulateurs pour des micas de 10^{μ} à 7^{μ} d'épaisseur, 5 pour les micas plus minces). Si le mica ne laisse passer aucun courant, un galvanomètre très sensible, qui fait partie du circuit de charge du condensateur, n'est pas dévié. A la fin de l'essai, on diminue peu à peu la pression des disques; la lame isolante, devenue libre à sa descente avec le disque inférieur, est retirée. Au début, avant de l'intercaler, on avait posé sur elle un des disques et tracé, contre le pourtour, une circonférence de 35^{mm} de diamètre, limitant la surface essayée.

Après leur essai, les lames reconnues isolantes ont été percées d'ouvertures circulaires à bords nets : soit une seule ouverture de 18^{mm} à 12^{mm} de diamètre, au centre de la circonférence limite, soit quatre ouvertures de 7^{mm}, soit douze de 3^{mm}. Quand le diamètre est plus réduit, le nombre des ouvertures augmente; il est de 40 pour des ouvertures de 1^{mm}.

Les lames, ainsi éprouvées, demeurent isolantes dans leurs parties pleines, sous des forces électromotrices et sous des pressions qui resteront dix fois plus faibles que celles de l'essai (1).

Précautions contre les chocs. — Des chocs *extrêmement faibles* exercent une influence considérable sur la conductibilité des couches gazeuses étudiées et l'on ne s'en garantit qu'avec des précautions spéciales.

Dans un laboratoire dont le sol était instable, tous les appareils ont d'abord été installés sur des consoles fixées aux murs. Puis, on s'est préservé des tremblements que la rue communiquait aux murs eux-mêmes, en suspendant par des ressorts ou des bandes de caoutchouc le socle qui supportait, avec la presse, les disques et le mica.

D'autre part, afin d'éviter les petites secousses que de brusques variations de pression déterminent, on soulève lentement et régulièrement le piston à l'approche du contact des deux disques et au delà de ce contact. Pour cela, le gaz compresseur, au sortir du tube d'acier qui le renferme, traverse un robinet à pointeau, à tête graduée, dont on surveille le débit avec un manomètre qui marque la pression exercée sous le piston. La sensibilité d'un manomètre à mercure est insuffisante; on lui adjoint un

(1) On peut envisager d'autres conductibilités que celles des parties pleines d'un mica. Ainsi, le percement de l'isolant étant effectué avec des emporte-pièce en acier que guident des calibres métalliques, on songerait peut-être à l'introduction, dans les ouvertures, d'imperceptibles parcelles conductrices. Or, en substituant l'ivoire aux métaux pour l'emporte-pièce et le calibre, les conductibilités persistent. On pourrait encore supposer que l'électricité s'insinue de proche en proche le long des bords libres des ouvertures, en vertu d'une conductibilité des bords découpés supérieure à celle des surfaces de clivage. Un grand nombre de petites ouvertures fournit un long périmètre de bords, mais la comparaison avec une ouverture unique ayant une surface égale et un petit périmètre, ne deviendrait concluante que s'il était prouvé que la répartition d'une surface en îlots ne change pas la conductibilité. Toutefois, on ne concevrait guère, avec l'hypothèse de la conductibilité des bords, les actions de l'étincelle et du choc.

manomètre à liquide moins dense (bibromure d'éthylène ou tétrachlorure de carbone, colorés avec une trace d'iode), pour des indications parallèles. La manœuvre du robinet devient ainsi beaucoup plus sûre.

Enfin, la plateforme de la presse, qui constitue un obstacle sans élasticité que le disque inférieur peut choquer en s'élevant, n'est plus vissée sur les quatre colonnes qui la rattachent au socle du corps de pompe, elle est libre de dépasser le haut des colonnes sur lesquelles elle s'appuie au repos. Par les quatre trous, voisins de son bord, que traversaient les vis de serrage, elle glisse verticalement le long de tiges cylindro-coniques qui s'élèvent au centre des têtes des colonnes sur une hauteur de 2^{cm}.

Une même presse porte tour à tour, suivant le cas, diverses plateformes dont le poids varie avec la nature et l'épaisseur de leur métal. On équilibre avec des surcharges des pressions qui dépassent à 8^{cm} de mercure. Les poids de surcharge, garnis de drap sur leurs bases, sont posés très doucement sur la plateforme. Les disques métalliques que le mica sépare ont été, eux-mêmes, soustraits, à tout choc avant leur entrée en expérience.

Disques métalliques employés; dressage de leurs surfaces. — Les surfaces des disques employés ont varié : palladium, platine, platine iridié, or, argent, cuivre, nickel, cobalt, fer, zinc, aluminium, bismuth, étain, plusieurs aciers, quelques alliages, etc. Pour chaque substance, 4 ou 5 disques ont été préparés afin de leur laisser du repos entre les expériences. Ils avaient un diamètre de 32^{mm} (inférieur au diamètre 35 de la circonférence d'essai des micas). Après un premier travail qui avait rendu sensiblement planes les surfaces que le mica devait séparer, on achevait de les dresser en même temps qu'on les polissait pour leur procurer une réflexion régulière. On pouvait alors s'assurer par des expériences d'interférences lumineuses de la perfection des surfaces planes. Dans ces conditions, non seulement les couches gazeuses emprisonnées avaient une épaisseur qui rendait impossible le contact direct des métaux en regard, même par de fortes pressions [1], mais cette épaisseur elle-même était connue ; c'était celle de la lame de mica.

CONDUCTIBILITÉ DIRECTE POUR UN COURANT CONTINU. — *Épaisseur d'air conductrice sous un volt.* — La conductibilité pour un courant continu d'une couche d'air comprise entre deux métaux dont la différence de potentiel est *un volt* n'apparaît guère si l'épaisseur atteint 10^{μ}. La conductibilité s'accentue à mesure que l'épaisseur diminue, surtout vers 5^{μ} et 4^{μ}. Avec des isolants qui doivent déborder les circonférences de 32^{mm} de diamètre des disques [2], la fragilité du mica interdisait des épaisseurs inférieures à 4^{μ}.

---

(1) Il n'est pas indispensable d'atteindre le *plan optique* pour que la lame de mica s'oppose, par l'écart qu'elle maintient, au contact direct des deux métaux en regard, surtout avec des ouvertures de petit diamètre. C'est pour connaître, approximativement, l'épaisseur des couches d'air que le plan optique est recherché. En opérant avec des métaux dressés, non polis, on observera l'influence de l'état physique de la surface.

(2) Le diamètre de 32^{mm} avait été adopté au début pour faciliter le polissage des disques; on a pu descendre plus tard au-dessous de 25^{mm}.

Effets simultanés de la force électromotrice et de la pression. — En appliquant aux deux disques une différence de potentiel reconnue expérimentalement suffisante avec un mica d'une épaisseur donnée, percé de trous, il ne suffit pas, d'ordinaire, pour qu'une conductibilité se manifeste, d'une pression qui assure simplement le contact entre le mica et chacun des deux disques, le galvanomètre ne commence à être dévié, en *oscillant*, qu'avec une pression supplémentaire. Puis, en continuant à augmenter doucement la pression, on voit s'accroître la rapidité de la déviation. La déviation a lieu, souvent, en alternant des variations de pression et des accroissements de force électromotrice. On suspend la pression quand on veut éviter une conductibilité trop forte.

Si, par une pression qu'on a jugée suffisamment régulière, on n'a pas obtenu de déviation, il peut arriver qu'on l'obtienne en diminuant lentement la pression. A ce moment, on arrête la diminution de pression et l'on cherche à augmenter la déviation.

Force électromotrice agissant sous une pression donnée. — Pour faire varier la force électromotrice, on forme le circuit d'une pile de voltage connu avec une boîte de résistances, graduée de 1 à 500, donnant un total de 1000 ohms; en branchant sur une des bobines la dérivation très résistante des disques et du galvanomètre, on applique à la couche d'air une force électromotrice déterminée.

Sous une pression donnée, la conductibilité de la couche d'air, pour de très faibles différences de potentiel, est à peu près proportionnelle à ces différences; pour de plus fortes, elle croît beaucoup plus vite que proportionnellement. Entre certaines limites, en élevant puis en abaissant successivement la force électromotrice appliquée, les déviations se reproduisent pour les mêmes forces électromotrices, même à des temps éloignés. Après l'application d'une force électromotrice qui a déterminé une très forte conductibilité, les déviations sont notablement accrues pour les faibles forces électromotrices.

Les forces électromotrices appliquées étaient, dans toutes ces expériences, égales à 1 volt ou inférieures. Si l'on augmente le voltage, la conductibilité augmente rapidement.

Effet de la pression sous une force électromotrice donnée. — Entre des limites assez étendues, une conductibilité nettement établie, avec une force électromotrice déterminée, varie peu quand on abaisse la pression du piston.

Si cela tient, dans une certaine mesure, à ce que, pour éviter les fuites du gaz moteur, le glissement du piston est très lent, il y a lieu aussi d'invoquer une cohésion des molécules gazeuses qui accompagne leur conductibilité et qui ne disparaît que lorsque la pression a été très diminuée. La conductibilité sous de faibles pressions favorise la plupart des influences.

Rôle de la nature des disques. — Certains des métaux employés ont paru apporter une aide à la conductibilité de l'air interposé et, pour cette raison, ils ont été souvent préférés, mais un classement serait prématuré, d'autant plus que l'état physique de la surface, modifié d'ailleurs par le polissage, peut intervenir. En outre, la détermination du meilleur métal ou de la meilleure association de deux métaux ne serait précise qu'avec un isolant d'épaisseur uniforme; elle serait intéressante au point de vue du rôle des émissions métalliques dans la conductibilité des gaz.

Actions de l'étincelle à distance. — Il importait de considérer spécialement l'action à distance des courants de haute fréquence, tels que ceux d'une décharge de condensateur. Une forte décharge augmente la conductibilité dès qu'une conductibilité directe par un courant continu s'est dessinée, ne serait-ce que d'une façon à peine perceptible. La différence avec les radioconducteurs de la télégraphie est que, dans les conditions indiquées pour les dimensions actuelles des couches d'air, la sensibilité est incomparablement moindre; pour des décharges faibles ou éloignées, l'accroissement de conductibilité n'a lieu que si la conductibilité directe en courant continu n'est ni trop faible ni trop forte.

En outre, comme avec mes lames isolantes sans ouvertures de 1912, les étincelles des décharges provoquent de temps en temps des augmentations de résistance, au lieu de diminutions, dans des conditions qui n'ont pas pu encore être précisées.

Actions du choc. — Deux faits sont nets. *En premier lieu :* lorsque, sur une mince couche d'air comprise entre deux surfaces métalliques, une conductibilité pour le courant continu a été produite sous une pression peu élevée et que cette conductibilité n'est pas voisine de la conductibilité *maximum* (conductibilité devenue assez forte pour que la déviation du galvanomètre varie peu, soit avec, soit sans les disques), un *petit* choc rétablit la résistance et une conductibilité même très accentuée disparaît. *En second lieu :* lorsqu'un accroissement de conductibilité a été provoqué

par une étincelle et qu'un choc approprié a réduit cet accroissement, la répétition de la même étincelle, puis du même choc, à intervalles à peu près réguliers, reproduit les mêmes alternatives. En outre, lorsqu'une étincelle a diminué la conductibilité, un choc peut la rétablir et, là encore, la répétition de la même étincelle et du même choc est susceptible de reproduire les mêmes alternatives.

Le rôle du choc est complexe, puisque parfois il diminue la résistance au lieu de l'augmenter, indépendamment de toute action d'étincelle. La difficulté de graduer les chocs s'est opposée jusqu'ici à une étude fructueuse de leurs effets.

Lorsque des étincelles et des chocs se sont succédé pendant quelque temps, sans que l'action de l'une des causes ait cessé lorsque l'autre intervient, il n'y a plus que confusion, il faut séparer les disques et les laisser en repos prolongé.

PHYSIQUE. — *Sur la catoptrique des rayons X.* Note (¹) de **M. G. Gouy.**

Je me suis proposé d'examiner le problème de la production, à l'aide de la réflexion cristalline, de foyers réels de rayons X. On peut penser que s'il était possible de faire usage de tels foyers dans de bonnes conditions, il en résulterait un progrès de la technique, notamment pour les photographies spectrales. Pour s'en rendre compte, il suffit de considérer combien les études spectroscopiques ordinaires seraient difficiles si l'on ne savait pas produire des foyers lumineux réels, comme c'est actuellement le cas pour les rayons X.

Je rappellerai que lorsqu'un faisceau de rayons X tombe sur un cristal, le faisceau réfléchi n'a d'intensité sensible que dans les directions données par la formule de Bragg :

$$n\lambda = 2d\sin\alpha, \tag{1}$$

où d est l'intervalle des plans réticulaires qui jouent le rôle de miroirs, α est le complément de l'angle d'incidence sur ces plans, λ la longueur d'onde, et n un des nombres 1, 2, 3, ..., nombre qui pratiquement doit rester petit, en sorte que l'incidence est toujours grande.

Considérons maintenant une feuille cristalline plane et très mince, telle

(¹) Séance du 13 décembre 1915.

que les plans réticulaires soient parallèles à sa surface. Le mica peut jouer ce rôle. Déformons quelque peu cette feuille; les plans réticulaires deviendront des surfaces sensiblement équidistantes. Dès lors, chacune de ces surfaces agissant comme miroir, il y aura des rayons X réfléchis, presque identiques géométriquement aux rayons lumineux qui seraient réfléchis sur la surface extérieure, avec cette différence que les directions données par l'équation (1) seront seules efficaces [1]. Cette différence, du reste, domine toute la question, comme nous allons le voir.

Soit A le point d'émission des rayons X, et B le point où l'on veut former l'image du point A. Cela se réaliserait si la feuille de mica pouvait prendre la forme d'une portion d'ellipsoïde de révolution ayant A et B pour foyers. Mais on ne peut réaliser que des déformations où la feuille flexible reste sensiblement une surface développable. Il faudra donc se borner à plier la feuille de manière à former un tronc de cône ou un cylindre tangents à l'ellipsoïde précédent, et ayant par suite AB pour axe.

Un tel miroir, pour la lumière, donnerait en B une image de A des plus imparfaites, mais il n'en est plus de même ici.

Comme il n'y a à tenir compte que des valeurs privilégiées de α, d'après (1), la partie efficace du miroir se réduira automatiquement à une ou plusieurs bandes circulaires très étroites.

Si les rayons X sont homogènes, il y aura sur AB un ou plusieurs foyers exacts et distincts, correspondant aux diverses valeurs de n.

Si les rayons X ne sont pas homogènes, à chaque valeur de λ correspondra un groupe de tels foyers.

La condition (1) produit encore un autre effet avantageux, moins immédiatement évident que le précédent. Nous venons de remarquer que, pour la lumière, on n'aurait de foyer exact en B que si le miroir était réduit à une bande circulaire très étroite. Même dans ce cas, on n'aurait pas une véritable image si la source n'était pas ponctuelle. En effet, un autre point d'émission A′ voisin de A ne donnerait comme image qu'une tache englobant le point B; ainsi le système optique ne donnerait jamais d'image nette à proprement parler.

Il n'en est plus de même avec les rayons X, quand le miroir est cylindrique [2]. En effet, en raison de (1), les portions du miroir utilisées pour

---

(1) MM. de Broglie et Lindemann ont déjà envisagé la réflexion des rayons X sur une feuille de mica formant une surface convexe, mais dans leur expérience il n'y avait pas de foyer réel (*Comptes rendus*, 30 mars 1914).

(2) Pour les rayons X, le miroir est supposé avoir une longueur assez grande.

les rayons issus de A′ ne sont pas exactement les mêmes que pour les rayons issus de A, et les conditions du problème ne sont plus les mêmes qu'en optique. On reconnaît que, aux quantités près du deuxième ordre par rapport à AA′, le point A′ donne une image nette comme le point A ([1]). On aura donc des images nettes de la source, images égales à l'objet, et renversées.

La distance x de l'image à la source satisfait, d'après (1), à l'équation

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{n}{4Rd}\sqrt{x^2 + 4R^2}, \tag{2}$$

en appelant R le rayon du cylindre.

Si la radiation n'est pas homogène, on aura, sur l'axe AB, une suite d'images formant les spectres des divers ordres, correspondant aux valeurs 1, 2, 3, ... de n, qu'on pourra recevoir sur une plaque photographique passant par AB. En prenant comme source une fente perpendiculaire à AB et placée dans le plan de la plaque, ces spectres seront dessinés par des raies suivant la disposition habituelle.

Il serait sans doute plus commode de réduire le miroir cylindrique à une gouttière comprenant moins d'une demi-circonférence, bien qu'on puisse avec une pellicule sensible, utiliser un cylindre entier. Au reste, l'expérience seule peut se prononcer sur les détails pratiques; je me borne ici à soumettre aux physiciens qui s'occupent de ces intéressantes études l'idée d'utiliser ces foyers réels de rayons X.

BALISTIQUE. — *Sur la trajectoire des projectiles lancés avec une grande vitesse initiale sous un angle de projection voisin de 45°, et sur l'influence de la diminution de la densité de l'air.* Note ([2]) de M. DE SPARRE.

Les projectiles lancés sous un angle voisin de 45° avec une grande vitesse initiale arrivent rapidement dans une région de l'atmosphère où la densité de l'air est très réduite, et cette circonstance peut augmenter la portée de 35 à 40 pour 100.

Nous admettrons pour la densité δ de l'air à une hauteur Y au-dessus du

([1]) Il n'en est pas de même pour un miroir tronconique; cette forme semble donc moins avantageuse, bien que l'inconvénient soit atténué quand la source de rayons X est linéaire, ce qui est le cas ordinaire.

([2]) Séance du 13 décembre 1915.

sol la formule

$$\delta = \Delta(1 - h'Y)^m, \tag{1}$$

où Δ est la densité au sol, $m = 5,15$; $h' = 0,00002035$ [1].

Je suppose que l'on calcule la trajectoire par arcs successifs en obtenant d'abord une première approximation par la méthode de Didion-Siacci, et calculant ensuite les corrections à faire subir aux résultats de cette première approximation, tant par suite de la variation de densité de l'air que par suite de l'emploi de la méthode elle-même.

Je rappelle d'abord brièvement en quoi consiste la méthode de Siacci.

i désignant l'indice balistique, δ la densité de l'air, $F(v)$ une fonction de la vitesse, la même pour tous les projectiles, et dont Siacci a donné une table, c un coefficient donné par la formule

$$c = \frac{p}{1000 a^2},$$

où p est le poids du projectile en kilos et a son diamètre en mètres, on a pour l'accélération de la résistance de l'air

$$R = \frac{\delta i}{c} F(v),$$

et si alors on pose

$$K = \frac{i \delta_0}{c}, \tag{2}$$

$$\varphi(v) = \frac{F(v)}{v}, \tag{3}$$

δ_0 désignant la densité de l'air à l'origine de l'arc considéré, on a, u désignant la composante horizontale de la vitesse et θ l'inclinaison de la tangente [2],

$$\frac{du}{dx} = -\frac{K\delta}{\delta_0}\varphi(v), \qquad \frac{d \operatorname{tang}\theta}{du} = \frac{g\delta_0}{K u^2 \delta \varphi(v)}. \tag{4}$$

La méthode de Siacci revient alors à remplacer

$$\frac{\delta}{\delta_0}\varphi(v) \qquad \text{par} \qquad \varphi(\alpha u),$$

α désignant un facteur constant convenablement choisi.

---

(1) Formule donnée par Charbonnier (*Balistique extérieure*, t. 2, p. 12). Elle suppose que la température s'abaisse de 1° C. pour une élévation de 180m de hauteur.

(2) Nous supposons deux axes passant par l'origine de l'arc, Oy étant vertical et dirigé vers le haut.

Les calculs se terminent alors par l'emploi des fonctions balistiques de Siacci, dont on trouvera les Tables dans tous les Traités de Balistique. Ces fonctions sont les trois intégrales suivantes :

$$D(z) = -\int \frac{dz}{\varphi(z)}, \qquad J(z) = -\int \frac{2g\,dz}{z^2\varphi(z)}, \qquad A(z) = -\int \frac{J(z)\,dz}{\varphi(z)}.$$

Si l'on pose alors

(5) $$z = \alpha u,$$

on aura

(6) $$x = \frac{1}{K\alpha}[D(z) - D(z_0)],$$

(7) $$\tang\theta = \tang\theta_0 - \frac{\alpha}{2K}[J(z) - J(z_0)],$$

(8) $$y = x\tang\theta_0 - \frac{\alpha x}{2K}\left[\frac{A(z) - A(z_0)}{D(z) - D(z_0)} - J(z_0)\right].$$

Nous supposerons de plus, expressément, dans ce qui suit que l'on a pris

(9) $$\alpha = \frac{1}{\cos\theta_0}.$$

Nous calculerons alors par ces formules, où nous prenons dans la relation (2) pour δ_0 la valeur de δ au début de l'arc, déduite de la formule (1), une première approximation pour les valeurs des inconnues à la fin de l'arc, que nous désignerons par $x_1, y_1, \theta_1, u_1, v_1$. Si alors X_0 et Y_0 sont les coordonnées, par rapport au point de départ, du début de l'arc, et X_1 et Y_1 celles de son extrémité, on aura

$$X_1 = X_0 + x_1, \qquad Y_1 = Y_0 + y_1.$$

Il s'agit maintenant d'obtenir une seconde approximation en tenant compte de l'erreur commise par suite de la substitution de $\varphi(\alpha u)$ à $\frac{\delta}{\delta_0}\varphi(v)$.

Pour cela, nous calculerons d'abord, au moyen de la première approximation obtenue pour Y_1, la valeur δ_1 de δ à la fin de l'arc et nous supposerons que sur l'arc considéré on puisse prendre

$$\delta = \delta_0(1 - hy)$$

avec

(10) $$h = \frac{\delta_0 - \delta_1}{\delta_0 y_1}.$$

Nous pourrons alors écrire l'équation (4)

$$\frac{du}{dx} = -K\{\varphi(\alpha u) - [\varphi(\alpha u) - \varphi(v)] - hy\,\varphi(v)\},$$

et si nous désignons par Δu la correction à faire subir à u, pour une valeur donnée de x, on aura

$$\frac{d\,\Delta u}{dx} = K[\varphi(\alpha u) - \varphi(v) + hy\,\varphi(v)].$$

On a aussi, comme on sait,

$$\frac{d^3 y}{dx^3} = \frac{2g}{u^3}\frac{du}{dx} = -\frac{2gK\delta}{\delta_0}\frac{\varphi(v)}{u^3},$$

et si nous désignons de même par Δy la correction à faire subir à y, nous aurons, d'une façon semblable [1],

$$\frac{d^3\,\Delta y}{dx^3} = \frac{2Kg}{u^3}[\varphi(\alpha u) - \varphi(v) + hy\,\varphi(v)].$$

Mais dans le cas que nous supposons, du tir avec une grande vitesse initiale de projectiles pesants, on peut avec une erreur relative négligeable [2] prendre

$$F(v) = mv - n,$$

où

$$m = 0,362, \qquad n = 93,2$$

et, par suite,

$$\varphi(v) = m - \frac{n}{v} = m - \frac{n\cos\theta}{u}.$$

Donc, en vertu de (9),

$$\varphi(\alpha u) - \varphi(v) = \frac{n}{u}(\cos\theta - \cos\theta_0).$$

De sorte que l'on aura en définitive

(11) $$\frac{d\,\Delta u}{dx} = K\left[\frac{n}{u}(\cos\theta - \cos\theta_0) + hy\,\varphi(v)\right],$$

(12) $$\frac{d^3\,\Delta y}{dx^3} = \frac{2Kg}{u^3}\left[\frac{n}{u}(\cos\theta - \cos\theta_0) + hy\,\varphi(v)\right].$$

---

(1) La première approximation vérifiant l'équation

$$\frac{d^3\,\Delta y}{dx^3} = -\frac{2gK}{u^3}\varphi(\alpha u).$$

(2) L'erreur relative pour $v \geqq 300$ est inférieure à 0,008.

CORRESPONDANCE.

MM. **Jean Becquerel, Gonnessiat, Montané**, M. le Directeur de l'**École nationale vétérinaire d'Alfort** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

MM. **Jean Escard, de Montessus de Ballore, P. Pascal** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule III (*Pluies*) des *Annales du Bureau Central météorologique* de 1912, publiées par A. Angot, directeur du Bureau.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Taylor, faites à l'équatorial Brünner de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1915.	Temps moyen de Lyon.	✈. — ★. Δα.	✈. — ★. Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 11...	10.11.42	+0.28,98	+11. 6,9	10:12	5.20. 2,48	−9,279	+0.58.20,9	+0,790	1
» 11...	11.53.42	+0.26,46	+12. 2,8	10:12	5.19.59,96	−8,153	+0.59.16,8	+0,790	1
» 13...	11. 3.14	+0. 6,32	−10.11,2	10:10	5.18.48,96	−8,944	+1.26.58,3	+0,786	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1915,0.

★.	Désignation.	α moyenne.	Réduction au jour.	δ moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.......	BD + 0°,1041	5.19.28,48	+5,02	+0.47. 2,8	+11,2	Nicolajew, 1295
2.......	BD + 1,991	5.18.37,56	+5,08	+1.36.58,3	+11,2	Albany, 1688

Remarques. — Le 6 décembre, à 2ʰ du matin, une éclaircie, dans la couche nuageuse persistante de tous ces temps, a été de durée trop courte pour permettre de

prendre une position de la comète. Je n'ai pu que constater qu'elle présentait une nébulosité d'environ 1′, bords vagues et faible condensation centrale; éclat de 9,5, teinte bleuâtre.

Le ciel s'est éclairci le 11 au soir : l'apparence de la comète reste la même, mais son éclat m'a semblé plus faible que le 6.

Le 13, l'éclat est moindre encore, estimé à 10,5.

Ciel couvert les jours suivants.

ASTRONOMIE. — *Observation et premiers éléments de la nouvelle comète Taylor.* Note de M. **Paul Brück**, présentée par M. B. Baillaud.

Le 14 décembre, une éclaircie m'a permis de faire l'observation suivante :

Date. 1915.	Temps moyen de Besançon.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.
Déc. 14 ...	14h 8m 15s	−2m 18s,75	+2′ 26″,0	12 : 9	5h 18m 6s,42	$\bar{1}$,362	+1° 43′ 52″,5	−0,800

Position de l'étoile de comparaison pour 1915,0.

α.	Réduction au jour.	δ.	Réduction au jour.	Autorité.
5h 20m 20s,07	+5s,10	+1° 46′ 7″,8	+10″,7	1708 Albany

Comète faible. Il y a un noyau qu'on peut estimer au plus de 11e grandeur, entouré d'une nébulosité peu étendue et mal définie. Avec cette observation et les deux suivantes : Alger, 6 décembre, télégraphiée par M. Gonnessiat; Lyon, 11 décembre, faite et communiquée par M. J. Guillaume, j'ai obtenu les éléments provisoires que voici :

Passage au périhélie : 1916, *février*, 26,986.

Inclinaison	22° 44′ 23″	1915,0
Longitude du nœud	107.16.10	1915,0
Distance du nœud au périhélie	14.13.46	1915,0

Logarithme de la distance périhélie : 0,22625.

Ces éléments représentent le lieu moyen, avec des écarts de −9″ et −32″ en longitude et latitude. Un second calcul sera fait en corrigeant les données à l'aide du résultat précédent pour établir une éphéméride et reconnaître si les résidus précédents tiennent à l'incertitude du calcul ou à ce que l'orbite s'écarte de la forme parabolique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des quadratures.* Note de M. NICOLAS KRYLOFF, présentée par M. Émile Picard.

Dans son Mémoire *Quelques recherches sur la théorie des quadratures, dites mécaniques* (¹), T.-J. Stieltjes démontre, par une analyse d'une extrême finesse, la convergence des quadratures mécaniques pour toute fonction intégrable, mais son raisonnement, basé sur la notion même de l'intégrale définie, comme limite d'une somme, repose essentiellement sur le fait que les coefficients A_i dans la formule des quadratures sont positifs.

Il ne serait donc pas peut-être tout à fait dépourvu d'intérêt de présenter une autre démonstration dans les suppositions, il est vrai *moins larges*, que celles de Stieltjes à propos de la fonction sous le signe d'intégrale, *mais permettant en revanche d'aborder le cas plus général des quadratures non mécaniques,* où les A_i ont des signes quelconques, à la condition, toutefois, qu'il existe un nombre fixe M, tel que

$$\sum_{i=1}^{n} |A_i| < M, \tag{1}$$

ou même une puissance n^k, de degré fini, déterminé k, telle que

$$\sum_{i=1}^{n} |A_i| < N n^k \tag{2}$$

(N est un coefficient numérique).

Partant pour cela de la possibilité (²) du développement d'une fonction, possédant le première dérivée, en série uniformément convergente dans l'intervalle $(-1, +1)$, procédant suivant les polynomes de Tchebycheff, on aboutit au théorème suivant : *Pour une telle fonction* (³) *on peut affirmer la convergence des quadratures, dites mécaniques;* le raisonnement bien simple, qui le prouve, n'utilise que la condition (1), vérifiée en effet pour

(¹) *Annales de l'École Normale*, 1884.

(²) Voir STEKLOFF, *Quelques applications nouvelles de la théorie de fermeture...* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Petrograd*, 1914).

(³) Et même plus générale, se présentant sous forme de l'intégrale d'une fonction intégrable.

ces quadratures, car en ce cas toutes les $A_i > 0$, et

$$\sum_{i=1}^{n} A_i = \int_a^b f(x)\,dx.$$

La considération de la fonction

$$\varphi(x) = \frac{1}{h}\int_x^{x+h} \psi(x)\,dx \tag{3}$$

[(où $\psi(x)$ est continue ([1])] permettra alors pour le cas (1) de prouver la validité de convergence des quadratures pour toute fonction continue et pour le cas (2), dans les suppositions moins générales, il y aura donc lieu de rechercher à ce point de vue les formules des quadratures usitées.

Cela étant, l'introduction de la fonction du même genre que (3), mais où $\psi(x)$ est cette fois seulement intégrable, permettra dans le cas (1) de généraliser un peu le résultat, en établissant la formule des quadratures, où interviennent les $F(x_i + 0)$, au lieu de $F(x_i)$ et où $F(x)$, ne possédant que des discontinuités de première espèce, vérifie une certaine condition ([2]); cette extension, n'ayant pas de portée pratique ([3]) peut servir néanmoins à l'évaluation de l'intégrale, si toutes les $F(x_i + 0)$ peuvent être calculées.

Par la voie des quadratures on peut obtenir, chemin faisant, le théorème bien connu et si important de Weierstrass, concernant l'approximation des fonctions continues à l'aide des polynomes; pour la démonstration, qui permet, remarquons-le en passant, de construire effectivement les polynomes d'approximation, il suffit préalablement d'établir que non seulement, pour toute fonction continue,

$$\lim_{n=\infty} \int_a^b R_n(x)\,dx = 0,$$

mais encore

$$\lim_{n=\infty} \int_a^b |R_n(x)|\,dx = 0;$$

([1]) Introduite par M. Steckloff dans sa remarquable théorie de fermeture des systèmes des fonctions orthogonales (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Petrograd*, 1911).

([2]) Posant $\psi(x+0) = \lim_{h=0} \psi(x+h)$, on suppose que $\psi(x+h)$ tend vers sa limite uniformément.

([3]) Car si la fonction nous est donnée empiriquement, on connaît $F(x_i)$, mais pas $F(x_i + 0)$.

ce fait, démontré par les considérations indépendantes de ce qui précède et analogues, dans une certaine mesure, à celles développées par M. Stekloff, dans sa remarquable théorie de fermeture des fonctions orthogonales, permet d'établir le théorème de Weierstrass susdit et présente à son tour une autre démonstration de convergence des quadratures.

En passant dans le domaine des quadratures trigonométriques, on peut établir aussi leur convergence pour toute fonction périodique intégrable, comme je l'ai montré, ainsi que les théorèmes mentionnés dans cette Notice, dans une Note publiée en russe (1), dans les *Annales de l'École supérieure des Mines de Petrograd*.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les problèmes de la Physique mathématique et leur solution numérique générale*. Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Émile Picard.

1. Je me propose de montrer comment on peut construire des séries qui se prêtent au calcul numérique des solutions de tous les problèmes de Physique mathématique définis par une ou plusieurs équations aux dérivées partielles linéaires, quelle que soit la forme de la surface limite. Pour la simplicité de l'écriture, je prendrai comme exemple le potentiel newtonien produit autour d'un corps de révolution, de méridienne quelconque, par une distribution de potentiel, également de révolution, donnée sur la surface du corps.

Pour la construction la plus simple, il convient qu'on puisse trouver sur l'axe de révolution un centre tel que chaque rayon vecteur ne rencontre qu'une seule fois la méridienne. A cette restriction près, la méridienne peut être convexe ou concave, avoir des angles aigus ou obtus, être formée de parties ayant des définitions algébriques diverses, ou même être seulement définie par un dessin coté suffisamment précis; dans ce dernier cas, les quadratures, toutes du même type, qu'on aura à effectuer n'auront évidemment pas d'expression analytique, mais cela n'empêche nullement de

(1) *Sur la convergence des quadratures et sur quelques questions qui s'y rattachent.* Remarquons qu'une démonstration, fort simple et élégante, basée sur le théorème de Weierstrass, de convergence des quadratures mécaniques ($A_i > 0$) pour toute fonction continue, a été donnée par M. Ouspensky; nous avons choisi, dans notre Note, la marche indépendante du théorème susdit, ce qui nous a permis, chemin faisant, de l'obtenir.

former numériquement la suite de fonctions (analogues aux polynomes de Legendre) qui permettront de traiter numériquement tous les problèmes qui peuvent se poser pour la surface donnée.

2. Soient r, θ les coordonnées polaires d'un point quelconque d'un plan méridien, dont l'azimut ne joue aucun rôle pour le cas simple envisagé des distributions de révolution.

Soit $P_n(\cos\theta)$ le polynome de Legendre de rang n, dont il existe des Tables numériques pour $n \leqq 8$ et dont on connaît l'expression asymptotique pour les grandes valeurs de n. Formons la suite des fonctions

$$\Phi_0 = n_0 \frac{P_0}{r},$$
$$\Phi_1 = n_1\left(c_1^0 \Phi_0 + \frac{P_1}{r^2}\right),$$
$$\Phi_k = n_k\left(c_k^0 \Phi_0 + c_k^1 \Phi_1 + \ldots + c_k^{k-1} \Phi_{k-1} + \frac{P_k}{r^{k+1}}\right),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Chacune d'elles, par sa construction même, satisfait à l'équation de Laplace, hors de l'origine jusqu'à l'infini. La somme d'un nombre quelconque d'entre elles

$$\varphi = A_0\Phi_0 + A_1\Phi_1 + \ldots + A_k\Phi_k + \ldots$$

satisfait également à l'équation de Laplace.

3. Pour pouvoir déterminer simplement les coefficients A, nous allons *normaliser* convenablement les fonctions Φ sur la surface limite qui porte le potentiel donné φ^s. Dans Φ_k, remplaçons la variable indépendante r par le rayon vecteur $\rho(\theta)$ de la méridienne du corps. Nous obtenons ainsi la valeur Φ_k^s de la fonction Φ_k sur la surface donnée, valeur qui dépend de l'angle θ d'une manière beaucoup plus compliquée que les P_k, suivant la complication de la méridienne. Ces fonctions Φ_k^s forment une suite complète; la condition de *normalisation* adoptée est

$$\frac{1}{S}\int_0^{\pi} \Phi_h^s \Phi_k^s \, 2\pi\rho(\theta)\sin\theta\sqrt{\rho^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\theta}\right)^2}\, d\theta = \varepsilon \qquad (h \neq k,\ \varepsilon = 0;\ h = k,\ \varepsilon = 1).$$

S désigne l'aire totale de la surface donnée.

Posons pour abréger

$$\frac{1}{S} 2\pi\rho(\theta)\sin\theta\sqrt{\rho^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial\theta}\right)^2} = I(\theta).$$

Nous obtenons ainsi

$$c_k^h = -\int_0^\pi \Phi_h^S \frac{P_k}{\rho^{k+1}} I\, d\theta,$$

$$\frac{1}{n_k^2} = \int_0^\pi \left(\frac{P_k}{\rho^{k+1}}\right)^2 I\, d\theta - (c_k^0)^2 - (c_k^1)^2 - \ldots - (c_k^{k-1})^2.$$

Toutes les quadratures à effectuer sont du même type

$$\int_0^\pi P_h P_k (\rho)^{-h-k-2} I\, d\theta,$$

et les propriétés des polynomes de Legendre permettent de ramener tout le calcul de quadratures au développement de $\frac{1}{\rho(\theta)}$ et de $I(\theta)$ en polynomes de Legendre, la suite du calcul étant purement arithmétique.

4. Cela fait, les coefficients A qui fournissent partout le potentiel dont la valeur est φ^S sur la surface sont donnés par

$$A_k = \int_0^\pi \varphi^S(\theta)\, \Phi_k^S(\theta)\, I(\theta)\, d\theta,$$

et ici encore il suffit que $\varphi^S(\theta)$ soit développé en polynomes de Legendre pour que le reste du calcul soit purement arithmétique.

Le développement ainsi obtenu est certainement convergent sur la surface donnée. Pour des raisons qu'il serait trop long d'indiquer ici, il n'en résulte pas immédiatement que le développement général extérieur à la surface soit nécessairement convergent. Il est probable que la convergence est le cas général, mais je ne suis pas en état de préciser les conditions auxquelles la méridienne et la distribution donnée doivent satisfaire pour que la convergence soit certaine.

Remarque. — On n'est pas obligé de faire porter le développement sur la distribution donnée φ^S; si l'on a déjà, par un moyen quelconque, une idée de la forme générale que doit avoir le potentiel, on peut se donner un premier groupe de termes

$$\varphi_1 = \Sigma a_n \frac{P_n}{r^{n+1}}$$

représentant la plus grande partie de la fonction sans préoccupation d'orthogonalité, et ne faire porter le calcul méthodique des A que sur la différence $\varphi^S - \varphi_1^S$.

5. Le tableau d'organisation du calcul n'est pas plus difficile à établir à l'aide des fonctions de Laplace pour une surface quelconque. Lorsque la surface a une forme plus compliquée, on peut agir de même en additionnant des développements par rapport à deux ou plusieurs centres de fonctions de Legendre ou de Laplace. On pourrait également prendre comme point de départ des fonctions de Lamé par exemple, et obtenir une meilleure convergence analytique; mais ces fonctions et les autres analogues ont le défaut qu'on n'en possède pas de tables numériques; c'est pourquoi je préfère les polynomes de Legendre.

Il n'y a aucune difficulté à établir de même les tableaux de calcul pour les problèmes d'élasticité, par exemple, et tous autres analogues, quel que soit le nombre des fonctions inconnues, des conditions à la frontière, et la forme de la frontière, etc. Pour les problèmes d'élasticité, les solutions indiquées par la résistance des matériaux fourniront souvent le moyen de réduire les calculs nécessaires à la solution exacte, suivant la remarque du n° 4.

PHYSIQUE. — *Sur la valeur de la charge de l'électron déduite du calcul des écarts browniens.* Note (1) de M. A. **Targonski**, transmise par M. G. Gouy.

On sait que la valeur de la charge élémentaire peut se déduire de l'observation du mouvement de très petites particules dans un champ électrique, et cela par deux méthodes différentes. La première, employée par M. Millikan, utilise la formule de Stokes-Cunningham; elle n'est applicable qu'aux *particules sphériques et de densité connue* (2); la seconde, basée sur

(1) Séance du 13 décembre 1915.

(2) Dans le but de faciliter la discussion des résultats obtenus par les divers expérimentateurs et de contrôler les expériences, nous croyons utile d'ajouter la remarque suivante. Les formules relatives aux écarts browniens renferment, comme on le sait, le *moyen carré de l'écart* $\overline{\lambda^2}$, qui d'après Einstein-Weiss peut être calculé par la formule suivante :

$$\overline{\lambda^2} = \frac{v_m^2}{n} \sum_1^n \frac{(t_i - t_m)^2}{t_i},$$

où v_m désigne la vitesse moyenne de chute ou d'ascension de la particule, t_i la durée, de chute (ou ascension) observée, t_m la durée moyenne de chute (ou ascension), n le

l'observation des écarts browniens, est *indépendante de la densité et de la forme des particules*.

En comparant les résultats obtenus par les principaux expérimentateurs (voir Tableaux I et II), nous avons reconnu d'abord que la méthode des écarts browniens, bien que généralement très peu précise, conduit cependant toujours, quelle que soit la substance étudiée, à une même valeur de la charge élémentaire qu'on peut considérer comme constante dans la limite très large des erreurs possibles qui caractérisent cette méthode. Au contraire, la méthode de Millikan ne conduit à des valeurs constantes de la charge qu'à la condition de produire des particules à une température peu élevée (Tableau I). Les particules produites à haute température dans l'arc électrique (Tableau II) conduisent, par l'application de la formule de Stokes-Cunningham à des *sous-électrons*, c'est-à-dire à des valeurs de la charge élémentaire différentes et toujours considérablement inférieures au nombre trouvé par M. Millikan (soit $e = 4{,}78 \times 10^{-10}$ U. E. S.). On peut en conclure très vraisemblablement que, sous l'influence de la température de l'arc, les particules subissent des modifications si profondes de forme ou de densité, que l'application de la formule de Stokes-Cunningham devient illusoire.

En second lieu, il est intéressant de constater (Tableaux I et II) que la valeur de la charge élémentaire déduite de l'étude des écarts browniens est considérablement plus petite que celle qui résulte des observations faites par la méthode de Millikan. D'autre part, le Tableau III, qui résume les expériences de M. Fletcher et nos propres expériences, montre que *les chiffres obtenus par le calcul des écarts browniens pour la charge de l'électron se rapprochent d'autant plus du nombre de Millikan que le gaz est plus raréfié et que la particule a un plus petit rayon*.

---

nombre d'observations. Lorsque le nombre des observations est suffisamment grand on peut, selon la théorie, remplacer $\overline{\lambda^2}$ par le *carré de l'écart moyen*

$$\overline{u^2} = \frac{\pi}{2}\frac{v_m^2}{n}\left[\sum_1^n \frac{t_i - t_m}{\sqrt{t_i}}\right]^2 \quad \text{(formule de M. Fletcher).}$$

Or, un grand nombre d'observations publiées sont loin de satisfaire la relation $\overline{\lambda^2} = \overline{u^2}$. Il faut donc en conclure ou que ces expériences n'étaient pas suffisamment nombreuses, ou qu'elles étaient entachées d'erreurs systématiques favorisant, par exemple, les grands écarts aux dépens des petits ou *vice versa*. En d'autres termes, l'égalité $\overline{\lambda^2} = \overline{u^2}$ peut servir de critérium et de mesure du degré de confiance qu'on peut accorder à telle ou telle série d'observations.

TABLEAU I. — *Particules produites à basse température.*

Observateur	Fletcher.	Lee.	Millikan.	Regener.	Roux.	Schidlof et Murzynoroska.	Targonski.
Substance	Huile.	Gomme-laque.	Huile.	Huile KOH.	Soufre.	Huile.	Mercure.
$e \times 10^{10}$ Stokes-Cunningham) [1].	4,77	4,76	4,77	4,86	4,17	4,74	4,68
$e \times 10^{10}$ (écarts browniens) [1]...	3,25	»	3,34	»	»	3,87	3,55

TABLEAU II. — *Particules produites dans l'arc électrique.*

Observateur	Ehrenhaft.	Konstantinorosky.	Targonski.	Vogl.
Substance	Mercure.	Or et mercure.	Mercure.	Argent.
$e \times 10^{10}$ (Stokes-Cunningham) [1].	sous-électrons	sous-électrons	sous-électrons	sous-électrons
$e \times 10^{10}$ (écarts browniens) [1]...	3,08	2,80	3,43	3,94

TABLEAU III.

Nos.	p.	$\frac{l}{a}$.	$e \times 10^{10}$.	Nos.	p.	$\frac{l}{a}$.	$e \times 10^{10}$.
125...	736	0,15	2,78	130...	133	1,41	4,44
121...	419	0,33	3,54	131...	300	1,45	5,00
124...	123	0,55	3,75	4...	143	1,61	4,71
128...	331	0,59	4,75	126...	117	1,90	4,08
Moyennes...		0,41	3,70	Moyennes...		1,59	4,56
115...	148	0,59	3,40	5...	99,7	2,20	4,90
123...	120	0,73	3,80	129...	73,0	2,88	4,60
122...	122	0,77	3,22	6...	70,0	2,97	4,46
127...	122	0,89	4,19	7...	65,0	3,13	4,52
Moyennes...		0,75	3,65	Moyennes...		2,80	4,62
3...	231	1,05	4,43	8...	29,8	7,76	5,21
119...	315	1,06	4,25	9...	22,8	11,1	4,46
132...	275	1,15	4,00	2...	20,8	11,5	4,57
118...	195	1,22	4,42	1...	21,1	13,9	4,62
Moyennes...		1,12	4,28	Moyennes...		11,02	4,72

Les expériences nos **1-7** ont été effectuées par M. Fletcher sur des gouttelettes d'huile; les expériences nos **115-132** par nous-mêmes à l'Institut de Physique de Genève sur des particules de mercure; p désigne la pression du gaz en millimètres; $\frac{l}{a}$ le rapport

(1) e, charge élémentaire en U. E. S.

du libre parcours moyen des molécules du gaz ambiant au rayon de la particule; e la charge élémentaire déduite du calcul des écarts browniens. Les expériences ont été ordonnées d'après les valeurs croissantes de $\frac{l}{a}$.

En résumé, si l'on excepte les expériences où les particules ont été produites dans l'arc électrique, les résultats obtenus par les deux méthodes sont d'autant plus concordants que le libre parcours moyen des molécules du gaz est plus grand relativement au rayon de la particule observée. Il semblerait donc résulter de ce fait que la théorie actuelle du mouvement brownien ne s'appliquerait en toute rigueur qu'au cas où le rayon des particules est petit en comparaison des libres parcours moyens des molécules du gaz ambiant.

Des expériences actuellement en cours d'exécution sur de très petites particules dans des gaz raréfiés pourront, nous l'espérons, décider s'il s'agit bien là d'une loi limite.

ACOUSTIQUE. — *Complément à la loi de résonance des corps sonores* (¹). Note (²) de M. **Gabriel Sizes**, transmise par M. Camille Saint-Saëns.

Fonctionnement de la loi. — L'expérience a démontré que l'*amplitude* des vibrations d'une corde, ou celle des oscillations des branches d'un diapason, correspond à la manifestation des sons les plus graves, *qu'on ne peut percevoir* et qui coexistent avec des harmoniques très aigus que l'oreille peut percevoir assez facilement. Il se manifeste en même temps un son intermédiaire *beaucoup plus intense* qui prédomine cet ensemble vibratoire : c'est le son *prédominant*. Il ne peut jamais être confondu avec le son *fondamental;* il n'est que l'harmonique le plus favorisé, le plus *intense* de la manifestation vibratoire d'un corps sonore.

Ce fait confirme l'observation « que l'intensité physiologique du son est une fonction croissante de l'*intensité mécanique* ». En acoustique, l'intensité mécanique est productrice de vibrations. En l'espèce, le *son prédominant* d'un corps sonore résulte de la manifestation d'*intensité* la plus forte des sons partiels plus graves et plus aigus que lui et qui le constituent. La formule théorique qui lui est applicable peut être tirée de celle qui est

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 634.
(²) Séance du 13 décembre 1915.

relative aux *mouvements vibratoires pendulaires* ainsi modifiée : « Le nombre de vibrations du son le plus intense (le prédominant) est proportionnel au carré des vibrations du corps total. »

Cette formule se modifie dans la réalité avec la *constitution particulière* de certains corps sonores, laquelle provoque parfois une prolongation de la progression des harmoniques dans l'aigu, au point de déplacer le *centre* de l'*intensité mécanique* des vibrations, et la *fonction* du *son prédominant* change, par rapport à l'ensembre des vibrations (échelle générale), et se reporte vers l'aigu de la progression. C'est le phénomène constant qu'on remarque dans les échelles partielles des cloches, trompettes, cors et trombones.

Il faut poser en principe que l'échelle harmonique idéale, complète, n'existe pas dans les manifestations vibratoires d'un corps sonore; celui qui pourrait la produire serait de proportions inimaginables pour n'importe quelle espèce. Les corps sonores usuels ne produisent donc que des échelles incomplètes, mais dont la série des sons atteint parfois jusqu'à la 12e puissance de la hauteur des sons primaires. Ceux qui se sont inscrits d'une manière constante, au cours des expériences, ont un maximum de relations harmoniques simples et caractéristiques (1).

Les corps sonores simples de la première catégorie vibrent, particulièrement les sons primaires 4, 5, 6, 7, 9, 15 ou leurs octaves, auxquels il faut ajouter les sons 13, 21 et 27 ou leurs octaves, pour ceux à vibration binaire ou ternaire. Les sons de l'*échelle partielle supérieure* de ces derniers sont dans le rapport de quinte 3 : 1 avec ceux de l'*échelle primaire fondamentale*, seulement considérés à la cinquième puissance (2).

L'*échelle générale* que vibre un corps sonore est toujours composée de *deux échelles distinctes* et d'une troisième pour celle que vibre un diapason à branches longues et minces; on a : 1° l'*échelle primaire fondamentale*, dite *échelle inférieure au son prédominant;* elle a le son 1 pour base, véritable

(1) Malgré l'opinion contraire des auteurs germains, lesquels n'ont jamais *expérimenté* les sons et, dans un sentiment de pure spéculation théorique, ont limité l'étude de l'acoustique aux seuls cinq premiers sons de l'échelle harmonique naturelle.

(2) Il est intéressant de constater que la Nature s'est chargée de dépouiller le son musical de tous les sons partiels susceptibles de lui enlever sa limpidité. Cependant, les rapports consonants seuls laissent au son trop de crudité; l'harmonique 7 leur donne la douceur; la 9e la puissance et les 13e, 15e, 21e et 27e, combinés partiellement dans des proportions moindres, leur donnent l'éclat nécessaire. En variant leur toucher, leur souffle ou leur archet, les bons artistes savent tirer parti de ces diverses sonorités.

fondamentale; 2° l'*échelle partielle supérieure*, qui a le son prédominant à la base; mais ce son n'est jamais *le fondamental de cette échelle* (sauf à l'*audition simple* d'une corde de piano), sa *fonction vis-à-vis d'elle* est en rapport de quinte inférieure *de celle qu'il a dans l'échelle primaire*, par exemple de son 4 quand elle est 6 dans l'échelle primaire, et de son 6 quand elle est 9; avec les corps sonores *à vibration simple*, le prédominant est toujours en fonction de son 2; 3° l'*échelle médiane variable* des diapasons, selon le rapport d'épaisseur des branches.

La constitution de chaque échelle considérée en soi est particulièrement caractérisée par l'accord musical dit de *septième harmonique de dominante*, dans les rapports des sons 4, 5, 6 et 7 ou leurs octaves par rapport à une fondamentale = 1; ou tout au moins par l'inscription du son 7 associé à un ou plusieurs sons des dix premiers termes de la série naturelle, ou leurs octaves. S'il s'agit de l'échelle primaire, cet accord sera formé des sons correspondant aux termes numériques généralement simples de ces sons. S'il s'agit d'une *échelle partielle supérieure ou médiane*, cet accord sera formé des sons correspondant *à l'un des multiples* de ces termes simples, déterminé par le rapport harmonique qu'auront entre elles l'échelle considérée et l'échelle primaire. Les rapports de ces sons restent donc les mêmes dans chaque échelle.

La *fonction harmonique* du son prédominant *dans l'échelle générale* correspond *au rang* que ce son occupe *dans l'échelle primaire* à partir du quatrième terme. Ce nombre devient le diviseur du premier terme *de la progression de huit octaves* pour obtenir la valeur du son 1, fondamental de l'échelle générale.

En rassemblant en un même Tableau les divers résultats obtenus avec le diapason ut_0 et publiées dans les Notes précédentes, nous allons trouver un des meilleurs exemples de la loi enoncée. L'*échelle générale* compte 28 harmoniques inférieurs au son prédominant et 36 supérieurs. Le son 1 ne s'est pas inscrit. ut_0 de 32^v, 96e harmonique, est le son prédominant; ut_{-2} de 8^v est le son 1 de son *échelle partielle*; mi_{-3} de 5^v est le son 1 de l'*échelle médiane;* si_0 de 60^v en est le son prédominant. Les noms des sons *en fonction* de 7e harmonique ou un de ses multiples sont soulignés d'un trait.

Harmoniques inférieurs.

(fa_{-7})	fa_{-6}	ut_{-5}	fa_{-5}	la_{-5}	ut_{-4}	$mi^{\flat}_{-4}$	fa_{-4}	sol_{-4}	la_{-4}	ut_{-3}	$mi^{\flat}_{-3}$	[mi_{-3}	fa_{-3}
($0^{v}\frac{1}{3}$)	$0^{v}\frac{2}{3}$	1^{v}	$1^{v}\frac{1}{3}$	$1^{v}\frac{2}{3}$	2^{v}	$2^{v}\frac{1}{3}$	$2^{v}\frac{2}{3}$	3^{v}	$3^{v}\frac{1}{3}$	4^{v}	$4^{v}\frac{2}{3}$	5^{v}]	$5^{v}\frac{1}{3}$
(1)	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12**	**14**	**15**	**16**
												1....	*échelle*

Échelle générale.

sol_{-3}	$si^{\flat}_{-3}$	{ ut_{-2} }	$ré_{-2}$	$mi^{\flat}_{-2}$	mi_{-2}	fa_{-2}	sol_{-2}	ut_{-1}	$mi^{\flat}_{-1}$	mi_{-1}	fa_{-1}	sol_{-1}	$si^{\flat}_{-1}$	si_{-1}
6^{v}	7^{v}	{ 8^{v} }	9^{v}	$9^{v}\frac{1}{3}$	10^{v}	$10^{v}\frac{2}{3}$	12^{v}	16^{v}	$18^{v}\frac{2}{3}$	20^{v}	$21^{v}\frac{1}{3}$	24^{v}	28^{v}	30^{v}
18	**21**	**24**	**27**	**28**	**30**	**32**	**36**	**48**	**56**	**60**	**64**	**72**	**84**	**90**
partielle médiane....					2					4				6
		1 *échelle partielle du son prédominant*....						**2**				**3**		

Harmoniques supérieurs.

{ ut_{0} }	$ré_{0}$	fa_{0}	sol_{0}	$sol^{\sharp}_{0}$	$si^{\flat}_{0}$	[si_{0}]	ut_{1}	fa_{1}	sol_{1}	$sol^{\sharp}_{1}$	ut_{2}	$ré_{2}$
{ 32^{v} }	36^{v}	$42^{v}\frac{2}{3}$	48^{v}	50^{v}	56^{v}	[60^{v}]	64^{v}	$85^{v}\frac{1}{3}$	96^{v}	100^{v}	128^{v}	140^{v}
{ **96** }	**108**	**128**	**144**	**150**	**168**	**180**	**192**	**256**	**288**	**300**	**384**	**420**
....				10		12				20		28
4		**6**			**7**		**8**		**12**		**16**	

$fa^{\sharp}_{2}$	sol_{2}	$sol^{\sharp}_{2}$	la_{2}	$si^{\flat}_{2}$	si_{2}	ut_{3}	$ut^{\sharp}_{3}$	$ré_{3}$	$ré_{3}$	$ré^{\sharp}_{3}$	$fa^{\sharp}_{3}$
180^{v}	192^{v}	200^{v}	214^{v}	224^{v}	240^{v}	256^{v}	$266^{v}\frac{2}{3}$	280^{v}	288^{v}	300^{v}	360^{v}
540	**576**	**600**	**640**	**672**	**720**	**768**	**800**	**840**	**864**	**900**	**1080**
36		40			48			56		60	72
	24	**25**		**28**	**30**	**32**		**35**	**36**		**45**

$sol^{\sharp}_{3}$	ut_{4}	$ut^{\sharp}_{4}$	$ré_{4}$	$ré_{4}$	$ré^{\sharp}_{4}$	$sol^{\sharp}_{4}$	si_{4}	ut_{5}	$ut^{\sharp}_{5}$	$ré_{5}$	$ré_{6}$
400^{v}	512^{v}	$533^{v}\frac{1}{3}$	560^{v}	576^{v}	600^{v}	800^{v}	960^{v}	1024^{v}	$1066^{v}\frac{2}{3}$	1120^{v}	2240^{v}
1200	**1536**	**1600**	**1680**	**1728**	**1800**	**2400**	**2880**	**3072**	**3200**	**3360**	**6720**
80			112		120	160	192			224	448
50	**64**		**70**	**72**	**75**	**100**	**120**	**128**		**140**	**280**

RADIOACTIVITÉ. — *Tentative faite pour influencer la vitesse des transformations radioactives par les rayons α.* Note [1] de MM. **Jean Danysz** et **Louis Wertenstein**, présentée par M. G. Lippmann.

On sait l'échec de diverses tentatives faites pour influencer les transformations radioactives.

Température très élevée ou très basse, compression, décharge élec-

(1) Séance du 6 décembre 1915.

trique, champ magnétique, tous ces agents se sont montrés impuissants à modifier tant soit peu la vitesse des transformations radioactives. Cette impassibilité des phénomènes radioactifs vis-à-vis des facteurs extérieurs s'explique tout naturellement dans la théorie de Rutherford, d'après laquelle l'atome serait composé d'un noyau positif très petit, responsable de la masse de l'atome, et d'un système d'électrons gravitant autour de l'électron à des distances relativement très grandes. Les phénomènes physico-chimiques connus n'intéresseraient que le système d'électrons, seuls les phénomènes radioactifs se passeraient dans le noyau. De cette manière le noyau constituerait en quelque sorte un monde en soi isolé de l'univers.

La théorie de Rutherford nous a paru donner une indication au sujet d'un influencement possible des transformations radioactives. Rien ne peut agir sur la radioactivité, sinon un phénomène mettant en jeu des forces effectivement exercées par le noyau. Or les *chocs exceptionnels* des particules α, mis en évidence par Geiger et Wilson, nous mettent sûrement en présence d'un tel phénomène. Nous nous sommes proposé de chercher si, par l'effet d'un choc exceptionnel, l'équilibre d'un noyau d'atome radioactif ne pouvait être troublé, de manière à produire sa destruction prématurée; si, en d'autres mots, le bombardement d'une substance radioactive par les rayons α ne pouvait amener un accroissement de sa vitesse de transformation.

Sous cette dernière forme le problème a bien été posé et résolu par la négative. Mais ce qu'on a cherché dans ces expériences c'est l'effet d'un *choc moyen*, c'est-à-dire un effet relativement grand. Dans notre manière de voir l'influence des particules α, si elle existait, ne pourrait être au contraire que très faible, car les chocs exceptionnels sont extrêmement rares. Les expériences citées ne pouvaient donc contenir de contre-indication pour nos tentatives. Nous avons reconnu que, pour déceler un changement minime de la vitesse de transformation, il était avantageux d'étudier une transformation conduisant d'un élément à vie très longue à un élément à destruction très rapide. Parmi les nombreuses transformations radioactives connues, les transformations UI — UX_1 et Mesth I — Mesth II satisfont le mieux à cette double condition. La première de ces transformations peut servir de type d'une transformation à rayons α; la deuxième est accompagnée, suivant toute probabilité, d'une émission de rayons β. Pour ces raisons, ce sont ces deux transformations que nous avons cherché à influencer, dans nos expériences, par un rayonnement α aussi intense que

possible. Comme source d'un tel rayonnement nous avons employé des petits tubes en verre, à parois très minces remplis d'émanation de radium.

Notre première expérience a porté sur la transformation $UI \rightarrow UX_1$. Le dispositif expérimental permettait de faire agir pendant un temps déterminé les rayons α, issus d'un tube rempli d'émanation sur l'oxyde d'urane U^3O^8 déposé en couche d'épaisseur juste suffisante pour absorber les rayons α. Une augmentation de la vitesse de destruction de l'uranium devait conduire à un accroissement de la quantité de UX_1 en plus de la quantité en équilibre radioactif avec l'uranium. On mesurait l'activité de la couche d'urane avant et après l'exposition aux rayons α, et la méthode de mesure était suffisamment précise pour déceler la production supplémentaire d'UX_1, en quantité en équilibre avec 3^{mg} d'uranium. L'expérience fut faite avec un tube contenant au début 18 millicuries d'émanation, qu'on a laissé agir sur l'uranium pendant 6 jours. Dans les limites de précision indiquées, aucun changement d'activité n'a pu être observé.

Dans la deuxième expérience l'ampoule d'émanation agissait sur une sorte de capsule recouverte de mica de $0^{mm},005$ d'épaisseur, contenant environ 3^{mg} de mésothorium-radium. L'activité γ du produit était due aux deux tiers au mésothorium. L'action des rayons α devait conduire ici, en cas favorable, à un accroissement de la quantité de Mesth II et, par conséquent, de l'activité γ du produit. Nous avons fait agir sur notre produit, pendant 13 heures, une ampoule contenant 30 millicuries d'émanation, en mesurant, avant et après l'expérience, l'activité γ de la substance. Aucun effet des rayons α n'a pu être observé. Les mesures de l'activité γ ont été précises à moins de $\frac{1}{1000}$ près.

Il est utile de discuter quantitativement ces résultats, afin d'établir la limite supérieure d'une action possible des rayons α sur les vitesses de transformations atomiques. On calcule facilement que, dans notre première expérience, environ $5,8.18^{14}$ particules α ont été absorbées par l'uranium. Le dispositif de mesure permettait de constater la production des atomes d'UrX en quantité inférieure à $1,16.18^{8}$. Il en résulte que la chance d'un événement dans lequel une particule α donnée, traversant la couche d'oxyde, ébranle un atome d'uranium de manière à provoquer sa transformation en UX_1 est inférieure à $\frac{1,16.10^8}{5,8.10^{14}} = \frac{1}{5.10^6}$. Par un raisonnement pareil, on trouve que la probabilité, pour une particule α, de transformer un atome de Mesth I en Mesth II est inférieure à $\frac{1}{26000}$. Or, la probabilité des chocs exceptionnels, tout en étant très petite, n'en est pas moins supérieure aux nombres ci-dessus. C'est ainsi que Rutherford trouve qu'un millième environ des particules α, accomplissant leur trajet entier dans l'or, arrive à choquer les atomes d'or en se rapprochant du noyau de $3,5.10^{-12}$ cm environ, distance qui est sûrement de l'ordre de grandeur des dimensions

du noyau. On peut donc conclure de nos expériences, avec un degré de certitude très grand, que même les rencontres les plus intimes des particules α avec les atomes sont impuissantes à provoquer une radioactivité artificielle, une transformation prématurée de l'atome choqué.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contradictions entre la solubilité réelle et calculée de certains sels sodiques.* Note de M. **Albert Colson.**

Dans l'intervalle de température $T - T_0 = 20°$, la chaleur d'équilibre ρ, déterminée expérimentalement à la page 586 du présent Tome, varie de 0 à 300 pour le sel marin. Au contraire, le deuxième membre de la formule de solubilité $\rho = 0,02\, i \frac{dC}{dT} \frac{T^2}{C}$ donne un produit presque constant puisque i est un nombre, $\frac{dC}{dT}$ un coefficient de solubilité fixe, et C une concentration qui augmente peu quand T passe de 273° à 293°. Outre cette contradiction numérique, ρ changeant de signe vers 0°, la formule impliquerait un maximum de solubilité contraire à toutes les observations faites sur $NaCl$ depuis Gay-Lussac. Pour fixer absolument ce changement de signe, je me suis arrêté au dispositif suivant, après de nombreux tâtonnements :

Un calorimètre en platine, supporté par trois pointes de liège, est placé dans une enceinte cylindrique soigneusement fermée par un couvercle conique. Trois ouvertures, surmontées de petits tubes, permettent d'introduire le thermomètre, l'agitateur et la matière. En plaçant l'appareil dans un puits de glace fondante, on assure aux essais la fixité et la précision nécessaires, en réduisant au minimum les corrections dues au refroidissement.

Première méthode. — Comme dans mes expériences antérieures, j'ai opéré *à la même température moyenne*, condition indispensable à l'évaluation de ρ. J'ai commencé par observer l'effet thermique moléculaire F résultant de la dissolution de 25^g de sel dans 1^l d'eau.

Deux expériences : l'une à $t = 1°,35$ m'a donné un abaissement thermométrique de 0,77 correspondant pour 1^{mol} à $F = 1848$ frig.; l'autre à $t = 0°,05$ a donné un abaissement de $0°,79$, soit $F = 1895$ frig.

J'ai ensuite déterminé la chaleur de dilution moléculaire f obtenue en ramenant à 25^g par litre une solution saturée à 0° et filtrée à cette température. J'ai obtenu les abaissements thermométriques suivants : $0°,56$

à 1°,50; 0°,565, 0°,57 et 0°,57 entre les températures moyennes +0°,3 et −0°,3, en diluant dans 400^{cm^3} d'eau 35^{cm^3} de liqueur saturée titrant 10^g,70 NaCl. Le nombre 0°,565 conduit à $f = 1383$ frig., auxquelles il faut ajouter une correction d'environ 11 frigories pour ramener la liqueur au taux de 10^g NaCl dans 400^{cm^3} d'eau. La chaleur de saturation $L = F - f$ est alors de 501 frigories à la température moyenne de 0°. Quant à la chaleur moléculaire d'addition λ, elle est à 0° comprise entre 525 et 535, moyenne 530. Donc la différence $L - \lambda$, soit 501 − 530, représente 29 *calories*, c'est-à-dire un changement de signe, vers 0°.

Quoique, dans mon appareil, les erreurs de lecture n'atteignent pas $\frac{1}{100}$, sauf pour λ, on pourrait objecter que, si elles s'ajoutaient dans les trois séries d'expériences nécessaires au calcul de ρ, elles pourraient atteindre et dépasser 29^{cal}.

Deuxième méthode. — Pour éviter cette objection, j'ai introduit dans mon appareil une ampoule renfermant 6^g à 7^g de sel sec pulvérisé et finement tamisé, et 400^{cm^3} d'une solution saturée additionnée de 5 pour 100 d'eau. De sorte qu'après le bris de l'ampoule le sel solide se dissout dans une solution presque saturée conformément à la définition de ρ. Il suffit alors d'observer s'il y a un échauffement ou un refroidissement. C'est un échauffement que l'on constate, si l'on procède à la rupture après avoir atteint l'équilibre de température et observé longtemps un refroidissement régulier (0°,02 en 6 minutes). En effet, on perçoit parfois une légère hausse thermométrique; dans tous les cas, la colonne mercurielle se retrouve au niveau occupé au moment de la rupture après les deux premières minutes d'agitation qui répondent à la dissolution de la plus grande partie du sel sorti de l'ampoule; ensuite le refroidissement reprend comme avant la rupture.

Voici d'ailleurs le résumé des observations :

h m	°	h m	°
1.37	0,88	4.00	0,84
1.43	0,86	4. 6	0,82
(rupture)		(rupture)	
1.45	0,86	4. 8	0,82
1.51	0,84	4.14	0,80
1.57	0,82	4.20	0,78

Dans un autre essai où la température avant le bris de l'ampoule se maintenait à une température un peu supérieure à 0°,15, mais nettement infé-

rieure à 0°,16, le thermomètre s'est élevé à 0°,16 après rupture, et s'y est maintenu pendant 30 minutes. Au bout de ce temps, il restait une petite quantité de sel non dissous ([1]).

Cette expérience indique donc aussi un dégagement d'environ 28^{cal} vers 0°, au lieu du refroidissement très net constaté au-dessus de 10° dans les mêmes conditions. Par suite, en vertu de la loi de solubilité, le sel marin devrait, vers 1°, présenter un maximum de solubilité, contraire aux faits.

Visiblement d'ailleurs, cette loi, toujours énoncée sans restrictions ni réserves, ne s'applique pas mieux au carbonate de soude.

En effet, sa solubilité augmentant sans cesse de 0° à 38°, qu'il soit anhydre ou hydraté, ρ devrait être positif dans les deux cas, ce qui n'est pas; car à la même température moyenne $t = 18°$, les quantités F, f et λ, qui permettent de calculer $\rho = F - f - \lambda$, sont pour la molécule hydratée $CO^3Na^2, 10H^2O$:

$$F = 16330 \text{ frig.}, \qquad f = 1664 \text{ frig.}, \qquad \lambda = 890 \text{ frig.};$$

d'où

$$\rho = 13776 \text{ frig.},$$

tandis qu'elles sont pour la molécule Na^2CO^3 anhydre :

$$F = 5500 \textit{ calories;}$$

d'où

$$\rho = -5500 - 1664 - 890, \qquad \text{soit} \qquad 8054 \textit{ calories.}$$

Par conséquent ρ change de signe selon qu'on sature l'eau de sel anhydre ou de sel hydraté, quoique la solubilité augmente dans les deux cas.

La grandeur du nombre 8054, par rapport à la chaleur de dissolution étendue 5500^{cal}, est confirmée par ce fait que trois portions égales de carbonate CO^3Na^2 ajoutées successivement à 400^{cm^3} d'eau déterminent des élévations de température de 0°,64 pour la première portion, de 0°,68 pour la seconde et de 0°,72 pour la troisième.

En somme, la discordance entre le signe de ρ et la solubilité du carbonate anhydre ou celle du sel marin est une constatation troublante. Si, par exemple, la solubilité du butyrate de chaux, croissante à chaud et décroissante à froid, est en rapport avec le signe de la chaleur d'équilibre qui se renverse à 100° ([2]), il est déconcertant d'observer le contraire sur le sel

([1]) Ces expériences ont été faites avec un nouveau thermomètre dont le zéro était exact, mais qui différait de 0°,47 avec celui que j'avais employé dans mes expériences antérieures. Pour la concordance, il convient alors de relever uniformément d'un demi-degré les lectures de mes Notes antérieures.

([2]) *Comptes rendus*, t. 104, 1887, p. 679.

marin. Quant à CO^3Na^2, sa solubilité croissante, malgré le signe de ρ, nécessiterait au moins l'obligation de tenir compte des phénomènes intermédiaires entre l'état solide et l'état dissous. Or l'une des plus remarquables conséquences du principe de l'équivalence, transporté en Thermochimie, est d'éliminer ces effets intermédiaires entre l'état initial et l'état final.

En résumé, la loi de solubilité ne semble pas être une loi rationnelle puisqu'elle ne s'applique pas aux sels les plus communs [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la courbe de solidification du système azotate d'ammoniaque-azotate de plomb.* Note de M. **B. Bogitch**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'azotate d'ammoniaque fond d'après nos déterminations à 158°; le point de fusion de l'azotate de plomb est inconnu, vu qu'il se décompose bien avant sa fusion. L'addition de l'azotate de plomb à l'azotate d'ammoniaque fondu diminue la volatilisation de ce dernier corps et retarde de beaucoup sa décomposition. Aussi pouvions-nous chauffer les deux sels fondus ensemble jusqu'à 235°-240° sans observer une décomposition sensible.

Un fait nous a frappé dans nos expériences : c'est la lenteur extraordinaire avec laquelle la dissolution de l'azotate de plomb a lieu, malgré la pulvérisation très soignée de ce sel dans un broyeur à boulets.

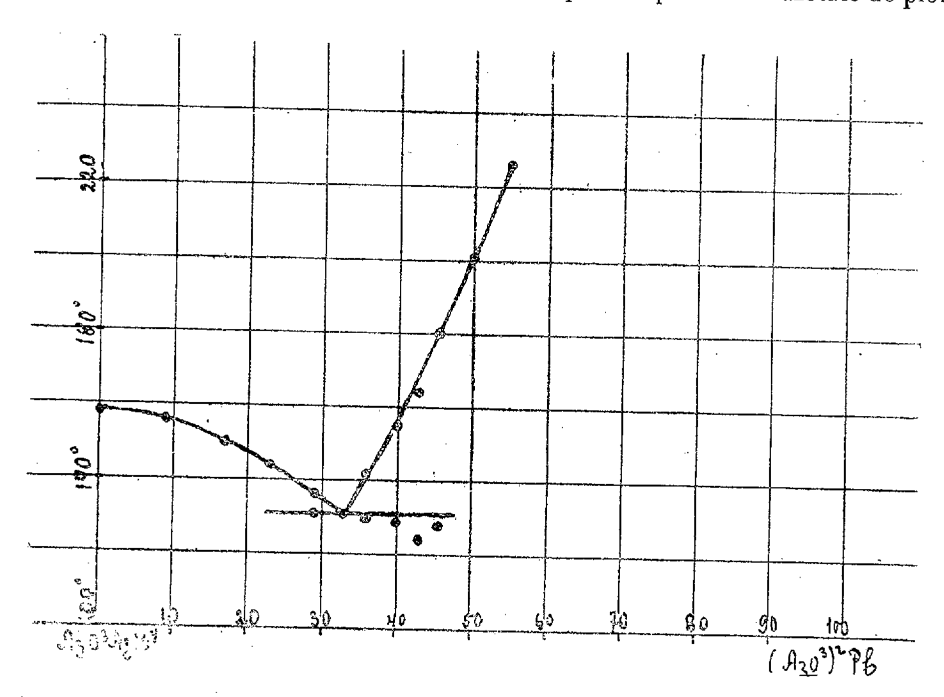
Dans le Tableau qui suit nous donnons la composition centésimale des mélanges fondus et les températures de solidification commençante, les points d'arrêt correspondant à l'eutectique n'étaient pas observés pour tous les mélanges étudiés.

	Températures de solidification	
Teneurs en $(NO^3)^2Pb$.	commençante.	finissante.
pour 100.	°	°
9	156,0	»
17	150,5	»
23	144,0	»
29	136,5	131,0
33 (eutectique)	131,5	131,5
36	142,0	130,5
40	155,0	129,0
43	164,0	124,0
45,5	180,0	128,0
50	202,0	»
55	226,0	»

(1) Expériences réalisées grâce à une subvention obtenue sur le Fonds Bonaparte.

Pour fondre les mélanges riches en azotate d'ammoniaque, nous nous sommes servi d'un four électrique à résistance, chauffé et refroidi très lentement. L'agitation continuelle du mélange au moyen du thermomètre est indispensable aussi bien pour dissoudre totalement l'azotate de plomb que pour pouvoir observer les points d'arrêt.

Pour déterminer les températures du liquidus correspondant à des mélanges riches en azotate de plomb, cette méthode, pourtant générale dans l'étude des alliages, fait complètement défaut ici. La raison de ce fait s'explique très facilement. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la courbe ci-dessous. A de petites quantités d'azotate de plomb



qui se solidifient correspondent de grands intervalles de températures de solidification et, comme d'autre part la chaleur dégagée dans la solidification des sels est généralement faible, on conçoit aisément pourquoi le thermomètre, pendant toute la durée de solidification du deuxième constituant, ne subit aucun changement dans sa descente. Par suite, nous avons modifié notre méthode d'observation de la façon suivante : le mélange des deux sels est tout simplement fondu dans un tube de verre muni d'un thermomètre, et les points de liquidus sont observés directement par l'apparition d'un léger trouble au moment où l'azotate de plomb commence à se solidifier.

Si l'on extrapole la courbe se rapportant à la solidification commençante de l'azotate de plomb, on verra que celui-ci devrait fondre vers une température comprise entre 450° et 470°, en supposant, bien entendu, que la courbe ne change pas d'allure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la série de triamino-aquo-sels du platine bivalent* $[Pt3NH^3.H^2O)X^2$. Note de MM. **L. Tschugaeff** et **I. Tschernjaeff**, présentée par M. A. Haller.

Si l'on fait passer un courant d'air dans une solution du chlorure

$$\left[\begin{matrix} NH^3 \\ OHNH^2 \end{matrix} \vdots Pt \vdots \begin{matrix} NH^2OH \\ NH^3 \end{matrix}\right] Cl^2,$$

additionné d'ammoniaque, de sulfate d'ammonium (ou d'un autre sulfate soluble) et d'une petite quantité d'un sel de cuivre quelconque, le complexe hydroxylammonié subit une oxydation profonde qui est une réaction catalytique.

Il se produit un précipité cristallin et incolore qui est partiellement soluble dans l'acide sulfurique dilué, surtout à chaud. Cette solution acide, filtrée et refroidie, donne, par addition d'un chloroplatinite soluble (tel que K^2PtCl^4), un précipité cristallin se présentant sous la forme d'aiguilles vertes, facilement altérables en présence de l'eau mère. Rapidement essoré à la trompe, lavé à l'eau froide et desséché à l'air, il ne perd rien à 100°. Son analyse correspond à la formule $Pt^2(NH^3)^3H^2OCl^4$. Chauffé avec l'acide chlorhydrique ou avec un chlorure soluble (KCl, NH^4Cl, etc.) il se transforme en le chloroplatinite de Cleve $[Pt3NH^3.Cl]^2PtCl^4$, affectant la forme de lamelles ou plaques quadratiques de couleur rose.

Il est évident, d'après ces résultats, que la substance verte n'est autre chose que le chloroplatinite

$$[Pt3NH^3.H^2O]PtCl^4$$

de l'aquo-base

$$[Pt3NH^3.H^2O](OH)^2,$$

vainement cherchée depuis longtemps. Ce chloroplatinite est certainement analogue au sel vert de Magnus $[Pt4NH^3]PtCl^4$ dont il dérive par substitution de 1^{mol} d'ammoniaque par 1^{mol} d'eau.

La transformation du chloroplatinite de l'aquo-base en sel de Cleve peut être représentée par l'équation suivante

$$2[Pt3NH^3.H^2O]PtCl^4 + 2KCl = [Pt3NH^3Cl]^2PtCl^4 + K^2PtCl^4.$$

Nous avons vérifié que le chloroplatinite de potassium se forme en effet dans cette réaction.

Si l'on remplace, dans la précipitation du sel vert $[Pt3NH^3.H^2O]PtCl^4$, le chloroplatinite de potassium par le bromoplatinite correspondant, on obtient une substance cristalline également formée d'aiguilles vertes, mais d'une nuance plus claire que le composé chloré.

Cette substance, qui est elle aussi facilement altérable en présence de l'eau mère, correspond, d'après les données de l'analyse, à la formule

$$Pt^2.3NH^3.H^2O.Br^4.$$

Elle se comporte en présence de l'acide bromhydrique et des bromures solubles, *mutatis mutandis*, d'une façon absolument analogue au chloroplatinite $[Pt3NH^3.H^2O]PtCl^4$. Le produit de cette réaction est le bromoplatinite $[Pt3NH^3Br]^2PtBr^4$ qui vient d'être décrit par l'un de nous et qui possède une coloration violette et une forme cristalline très caractéristique.

Il est donc évident que le bromoplatinite vert est parfaitement analogue au chloroplatinite $[Pt3NH^3.H^2O]PtCl^4$ et, par conséquent, doit être représenté par la formule $[Pt3NH^3.H^2O]PtBr^4$.

En reproduisant l'oxydation du chlorure *trans* $[Pt2NH^3.2NH^2OH]Cl^2$, dans certaines conditions déterminées, nous avons réussi à obtenir un précipité nettement cristallin d'une apparence homogène. Il est parfaitement soluble dans l'acide sulfurique dilué, et cette solution acide présente exactement les mêmes réactions que nous avons décrites ci-dessus. Les analyses de cette substance s'accordent très bien avec la formule

$$\left[4NH^3Pt\begin{smallmatrix}\diagup OH \cdot\\ \cdot OH \diagup\end{smallmatrix}Pt4NH^3\right]SO^4.$$

D'après cette formule, que nous considérons cependant comme purement hypothétique, le corps en question se rattacherait aux complexes binucléaires *dioliques* d'après la notation de M. A. Werner, l'indice de coordination du platine étant égal à 6.

La réaction de l'acide sulfurique sur cette substance se présenterait alors sous la forme suivante :

$$\left[4NH^3Pt\begin{smallmatrix}\diagup OH \cdot\\ \cdot OH \diagup\end{smallmatrix}Pt4NH^3\right]SO^4 + 2H^2SO^4 = 2[Pt3NH^3H^2O]SO^4 + (NH^4)^2SO^4.$$

Nous n'insistons nullement sur cette hypothèse, mais nous tenons à remarquer, à cette occasion, que l'existence de dérivés du platine bivalent correspondant à l'indice de coordination 6 vient d'être signalée dans notre laboratoire. De même l'instabilité des composés appartenant à ce type

supérieur et la tendance qu'ils possèdent à passer au type $[Pt 4A]X_2$ pourrait être considérée comme une cause suffisante pour expliquer l'élimination d'une molécule d'ammoniaque pour chaque atome de platine, élimination qui a lieu au cours de l'action de l'acide sulfurique sur le sulfate complexe.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du Cambrien moyen et supérieur au Tonkin, au Kwang-Si et dans le Yun-nan méridional.* Note (¹) de M. **Deprat**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans une récente exploration effectuée au courant de l'été de 1915, j'ai découvert le Cambrien moyen et le Cambrien supérieur près du point de rencontre des frontières du Tonkin et des provinces chinoises du Kwang-Si et du Yun-nan. C'est une découverte de grande importance, si l'on considère que les gisements en question sont les premiers depuis ceux de Mandchourie et du Chang-toung et qu'ils en sont séparés par un espace immense.

I. J'ai pu constater que ces dépôts cambriens étaient en continuité directe avec l'Ordovicien au point de vue stratigraphique. Ils sont formés d'une alternance de bancs calcaires *oolithiques* (²) variant de 1^m à 20^m d'épaisseur et séparés par des bancs gréseux ou gréso-marneux et des calcschistes. L'épaisseur totale des terrains est d'environ 2000^m. Une coupe très nette peut être relevée sur le chemin de Dong-Van à Chang-poung, le pendage général des couches se faisant vers le Sud-Ouest. Les dépôts cambriens n'occupent au Tonkin qu'une faible surface près de la frontière à l'est du Song-Nho-Qué; ils se développent largement par contre dans les régions limitrophes du Kwang-Si et du Yun-nan méridional. Ils occupent une région de hauts plateaux variant entre 1600^m et 1800^m d'altitude entre la frontière nord-est tonkinoise et le cours du Si-Kiang. Je compte explorer prochainement cette région chinoise extrêmement mal connue et difficile.

II. Mes premières recherches m'ont fourni une belle liste de Trilobites, que je compte augmenter beaucoup dans une nouvelle campagne. J'en ai confié l'étude à M. Mansuy, particulièrement compétent sur le Cambrien d'Asie.

(¹) Séance du 13 décembre 1915.

(²) J'appellerai l'attention sur ce fait de *calcaires oolithiques cambriens*, doués d'un aspect absolument semblable à celui des *calcaires oolithiques jurassiques* les plus typiques d'Europe. A ce sujet je rappellerai que nous avons également des *calcaires oolithiques dévoniens* et *carbonifériens* au Yun-nan.

Je ne décrirai pas ici en détail les couches successives. J'indiquerai seulement les principaux horizons paléontologiques.

L'horizon le plus inférieur offre une série de couches dans lesquelles j'ai recueilli : *Blackwelderia alastor* Walcott, *Blackwelderia cilix* Walcott, *Blackwelderia sinensis* Bergeron sp., *Blackwelderia* n. sp., *Damesella* n. sp., *Damesella* cf. *Blackwelderi* Walcott, *Damesella* n. sp., *Drepanura* n. sp., *Agraulos* n. sp., *Coosia* n. sp. Ces Trilobites sont accompagnés de Brachiopodes appartenant au genre *Eoorthis*. Un horizon un peu plus élevé offre *Stephanocare Richtofeni* Monke décrit du Cambrien du Chang-toung par Dames.

Un niveau plus élevé offre une couche riche en Brachiopodes, dans laquelle on rencontre par centaines, en individus pressés les uns contre les autres, une espèce nouvelle de *Billingsella*, voisine de *B. coloradoensis* Shumard, génotype du Cambrien du Colorado.

Le passage au Cambrien supérieur paraît se faire ici, car ensuite on rencontre des couches dans lesquelles des grès gris offrent le Trilobite *Chuangia naïs* Walcott avec un *Ptychaspis* n. sp., indiquant tous deux le Cambrien supérieur. Puis viennent des schistes gréseux verts et bleuâtres à *Dolichometopus* sp., *Illœnurus* sp., et enfin une succession de grauwackes, grès gris, schistes jaunâtres renfermant quatre espèces nouvelles de *Ptychaspis*, un *Menocephalus* sp., *Illœnurus* sp., *Anomocare subquadratum* Dames sp., *Ptychoparia* n. sp.

Il faut faire ressortir ici que les affinités de cette faune, qui n'offre déjà pas moins de 21 espèces de Trilobites, sont complètement avec le Cambrien moyen et supérieur de Mandchourie; la plupart des espèces que j'ai recueillies ont été créées par Walcott avec les spécimens rapportés par la mission Bailey Willis. Les espèces de *Blackwelderia* et de *Damesella* recueillies par moi indiquent nettement le Cambrien moyen; les *Coosia*, genre créé pour une espèce du Tenessee où est le génotype, appartiennent également au Cambrien moyen, ainsi que le genre *Agraulos*. *Stephanocare Richtofeni* Monke appartient au Cambrien moyen du Chang-poung, ainsi que *Drepanura*, voisine des formes mandchouriennes. Mes spécimens du Cambrien supérieur, notamment *Chuangia naïs*, sont essentiellement des représentants exacts ou très voisins de la forme mandchourienne.

Le principal intérêt de cette découverte, en dehors de la connaissance de nouveaux gisements cambriens d'une puissance énorme, réside en ce qu'il nous apprend que le Cambrien à facies mandchourien a eu une grande extension géographique, puisque les mêmes faunes se retrouvent à la fois

dans l'extrême nord de la Chine et en Indo-Chine. Je rappellerai à ce sujet que le Cambrien inférieur que nous avons décrit au Yun-nan offre également, au point de vue de la faune (couches à *Redlichia chinensis*), une affinité étroite avec celle du Géorgien de Mandchourie.

En Indo-Chine et au Yun-nan, nous connaissons donc maintenant le Cambrien complet; l'ensemble atteint environ 5000^m à 6000^m d'épaisseur au minimum. En attendant, ce qui sera œuvre de longue haleine, d'arriver à établir tous les horizons successifs, je résumerai ainsi très brièvement l'état de nos connaissances à ce sujet :

Potsdamien.	7...	Couches à *Ptychaspis* du pont de Chang-poung (Tonkin).
	6...	Couches à *Dolichometopus* et *Illænurus* (Tonkin).
	5...	Grès à *Chungia naïs* (Tonkin).
Acadien.	4...	Couches à *Billingsella* (Tonkin).
	3...	Couches à *Stephanocare Richtofeni* Monke (Tonkin).
	2...	Couches de Chang-poung à *Blackwelderia* et *Damesella* (Tonkin).
	1...	Couches d'Yi-long (Yun-nan) à *Obolus Damesi* Walc. et *Ptychoparia yunnanensis* Mansuy.
Géorgien (Yun-nan).	4...	Couches à *Redlichia carinata* Mansuy, *R. Walcotti* Mansuy et *R. nobilis* Walc.
	3...	Couches à *Palæolenus Douvillei* Mansuy.
	2...	Couches à *Acrothele orbicularis* Mansuy.
	1...	Couches à *Redlichia chinensis* Walc.

Ainsi une vaste province zoologique a couvert tout l'Est et le Sud-Est asiatique pendant le Cambrien tout entier; ceci offre une grosse importance en ce sens que la différenciation des faunes apparaît de plus en plus accusée à cette lointaine époque, car la faune des Trilobites en question, occupant ce vaste domaine, se montre, pour prendre un exemple, bien distincte de celle du Cambrien d'Europe.

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité hétérogamique d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa). Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par le Prince Bonaparte.

Le groupe des Laminaires est fort homogène surtout par l'uniforme constitution de l'appareil reproducteur; les sores très denses renferment uniquement des sporanges et des paraphyses. On n'a jamais observé de

traces d'organes sexuels ni même de sporanges pluriloculaires, et l'absence de toute sexualité chez ces géants de la flore marine fit toujours l'étonnement des botanistes. Néanmoins, le *Saccorhiza bulbosa* m'a présenté une sexualité hétérogamique avec alternance de générations, et l'homogénéité du groupe laisse prévoir que les autres Laminaires se comportent de façon sinon identique, tout au moins comparable.

La masse protoplasmique nue signalée dans ma Note précédente [1] est une oosphère; l'embryospore unicellulaire ou pluricellulaire qui la fournit est le gamétophyte femelle. Avec celui-ci apparaît constamment un gaméphyte mâle, de moindre taille.

Mes premières cultures datent de mars 1914; elles furent maintes fois répétées et toujours exemptes de Phéosporées. Cependant, alors que toutes les zoospores me paraissaient identiques, j'y rencontrais constamment, quelques jours après la déhiscence, une Algue brune inconnue. Un petit fragment de sore en culture cellulaire ou un large morceau plongé dans un grand vase donnaient le même résultat. Je plaçai alors un minuscule fragment en goutte pendante et j'attendis la déhiscence; dès qu'elle commença, j'enlevai le fragment, je laissai les zoospores se fixer et j'obtins encore deux sortes de germination. Il n'était cependant guère supposable qu'une Phéosporée indistincte, cachée parmi les sporanges et les paraphyses, déhisçait toujours simultanément.

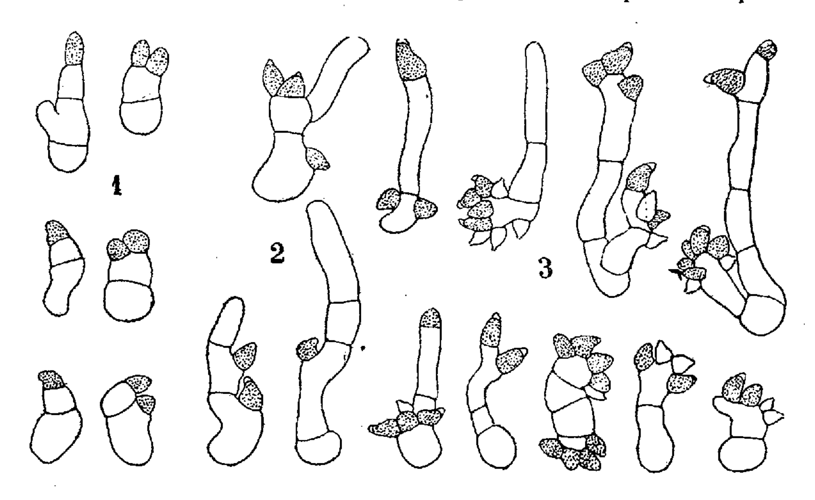
J'ai tourné la difficulté de la manière suivante : les sores mûrs comprennent des sporanges de tout âge. Dans une cuve, les jeunes sporanges périssent; mais, parmi ceux qui sont presque mûrs ou même incomplètement segmentés, certains continuent à vivre totalement ou partiellement sans déhiscer; leurs zoospores germent entassées sous la membrane, surtout s'ils sont séparés de ceux qui pourrissent. On libère des sporanges en déchirant ou en grattant un sore mûr, puis, en cherchant dans la culture quelque temps après, on en trouve qui ont germé sans déhiscence; or leurs embryospores sont toujours de deux sortes, pêle-mêle, les unes donnant un gamétophyte mâle, les autres un gamétophyte femelle. Dans ces germinations internes, les embryospores femelles unicellulaires donnant directement une plantule sont plus rares que les embryospores en tube monosiphonié; les embryospores mâles fournissent des filaments plus longs et plus tardivement fructifères. Quoi qu'il en soit, la démonstration est évidente et les zoospores d'un même sporange fournissent deux sortes de germinations; elle était utile, car je n'ai pu assister à la fécondation.

Ma précédente Note s'applique seulement aux embryospores qui deviennent un gamétophyte femelle; les autres augmentent peu ou point de diamètre, s'allongent souvent avant celles qui grossissent et restent toujours menues. Les figures 1, 2, 3 montrent des gamétophytes mâles, au grossissement de 600, respectivement âgés de 8, 20 et 25 jours depuis la déhiscence; plus tard, la production d'anthéridies continuant, leurs bouquets sont de plus en plus denses. Les anthéridies naissent comme un

---

[1] C. Sauvageau, *Sur les débuts du développement d'une Laminaire* (Saccorhiza bulbosa) (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 740).

bourgeon arrondi et incolore sur les cellules bien colorées par les chromatophores, puis leur sommet s'appointit en bec court où la membrane gonflée forme bouchon; elles mesurent 7^{μ} à 9^{μ} sur 4^{μ} à 5^{μ} et renferment un unique anthérozoïde; j'ai souvent constaté un point rouge-orange pâle, mais sa présence n'est peut-être pas constante.



Je n'ai pas assisté à la déhiscence, mais j'ai vu, dans diverses préparations, des éléments motiles non teintés pourvus de deux cils latéraux ressemblant aux anthérozoïdes de certains *Cystoseira* [1] et qui ne pouvaient appartenir qu'au *Saccorhiza.*

L'élément produit par les anthérozoïdes est évidemment fécondateur; l'élément femelle ne peut être fourni que par les embryospores qui grossissent et l'oosphère ne peut être que la masse protoplasmique qui s'en échappe. La plantule résulte donc d'une fécondation.

De cette étude ressort la notion nouvelle que le *Saccorhiza* (et vraisemblablement toutes les Laminaires) présente une sexualité hétérogamique avec alternance de générations. La grande plante connue sous ce nom est un sporophyte porteur de sporanges uniformes. Chaque sporange fournit des zoospores identiques entre elles qui, après leur transformation en embryospores, deviennent autant de gamétophytes mâles ou de gamétophytes femelles de taille microscopique et à vie indépendante. L'oosphère expulsée du gamétophyte femelle, puis fécondée, germe aussitôt et fournit la plantule qui deviendra la Laminaire. Je n'ai pas encore fait la numération des chromosomes qui confirmera cette conclusion. Le phénomène diffère tellement de ce que l'on connaît chez les Phéosporées que les Laminaires

---

(1) C. Sauvageau, *A propos des* Cystoseira *de Banyuls et de Guéthary* (*Bull. de la Station biologique d'Arcachon*, 14e année, 1912).

constitueront désormais, parmi les Algues brunes, un groupe de même importance systématique que les Fucacées ou les Dictyotacées.

La séance est levée à 16 heures et quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 6 septembre 1915.)

Note de M. *B. Galitzine*, Description d'un appareil destiné à la détermination directe des accélérations :

Page 283, ligne 9, *au lieu de* $p > 0$, *lire* $P > 0$.

(Séance du 2 novembre 1915.)

Note de M. *Bergonié*, La puissance électrique absorbée par l'électrovibreur :

Page 536, ligne 3, *au lieu de* (valeur des cos des électriciens), *lire* (valeur du $\cos\varphi$ des électriciens).

(Séance du 22 novembre 1915.)

Note de M. *Louis Lapicque*, Techniques nouvelles pour l'électrodiagnostic :

Page 645, ligne 16, *au lieu de* Un condensateur de 2 microfarads, *lire* Un condensateur de 1 microfarad.

(Séance du 29 novembre 1915.)

Note de M. *O. Bailly*, Sur le mécanisme de l'action du phosphate tribasique de sodium, etc. :

Page 679, ligne 12, *lire* disparu sur $PO^4Na^2C^3H^5(OH)^2$.
Même page, ligne 18, *au lieu de* sur PO^4Na^2, *lire* sur PO^4Na^2H.
Même page, ligne 20, *lire* restait la seule hypothèse.

(Séance du 6 décembre 1915.)

Note de MM. *Caullery* et *Mesnil*, Sur la structure d'un Copépode parasite, etc. :

Page 712, ligne 6, *au lieu de* bullâ pectinatâ, *lire* bullâ petiolatâ.

(Séance du 13 décembre 1915.)

Note de M. *G. Bigourdan*, Sur l'astronome oublié Jean de Lignières et sur la renaissance de l'Astronomie en Europe :

Page 715, ligne 25, *au lieu de* 1632, *lire* 1362.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1915.

PRÉSIDÉE PAR M. EDMOND PERRIER.

En ouvrant la séance M. **Edmond Perrier** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Lorsque, dans les circonstances que nous traversons, des Français sont réunis pour une cérémonie de récapitulation annuelle, comme celle-ci, il est impossible de ne pas tourner ses yeux vers la frontière que défendent, avec tant d'élan patriotique, les jeunes gens et les hommes dans la force de l'âge, qui sont l'espérance et la solide armature de la patrie. Nous leur devons, avant toutes choses, un salut pour leur héroïsme, et les vœux les plus ardents pour qu'une éclatante victoire en soit la récompense.

En prenant possession du fauteuil de la présidence de l'Académie des Sciences, au début de cette année, j'espérais pouvoir célébrer cette victoire dans le discours qui en marque le terme; ce sera, n'en doutons pas, la joie de mon successeur, M. Jordan; elle est bien due à un père particulièrement frappé parmi ceux de nos confrères qui ont été durement éprouvés, par cette guerre, dans leurs plus chères affections; ils me pardonneront si je réveille leur douleur sous cette coupole, afin d'auréoler d'une juste gloire ceux qu'ils pleurent. Leur deuil est celui de la France tout entière, fière d'être si ardemment défendue, fière de tant de courage, de tant de dévouement, de tant de pieuse abnégation dépensés, sans compter, au service de sa noble cause, et qui se penche, en larmes, sur tant de jeunes victimes qui devaient perpétuer son rayonnement, sur tant de brillantes espérances à jamais brisées, tandis qu'elle sent bouillonner dans son cœur toutes les énergies nécessaires pour venger le sang de ses enfants.

L'Académie des Sciences a perdu, pendant cette période, six de ses Membres qui tenaient une grande place parmi leurs confrères : le physicien

Amagat qui avait poussé jusque dans ses plus extrêmes limites l'étude de la compression des gaz, et la recherche des lois qui la régissent; le capitaine de frégate Émile Guyou dont l'esprit pénétrant avait su se dégager des formules mathématiques, pour déterminer les conditions de stabilité des navires et la façon la plus habile de les manœuvrer; l'ingénieur hydrographe Hatt qui avait préparé, en Patagonie, l'observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, avait pris part à cette observation, ainsi qu'à celle du second passage, et plus tard avait dressé les premières cartes précises du littoral de la Corse; le botaniste Prillieux dont les études sur les champignons qui aident les plantes à vivre et sur ceux, infiniment plus nombreux, qui les font mourir ont sauvé de bien des désastres l'agriculture française; le docteur Bouchard qui avait pénétré les causes profondes des maladies, avait su faire de la Médecine comme une annexe de la Physiologie, et, de ses hautes vues théoriques, était parvenu à déduire des méthodes rationnelles de traitement qui guérissaient vraiment les malades, ce dont il faut lui être particulièrement reconnaissant. Enfin Charles-René Zeiller, l'éminent botaniste et géologue qui avait suivi dans ses transformations successives la végétation du Globe, depuis l'apparition des plantes terrestres jusqu'à nos jours, avait reconstitué des traits importants de l'organisation des plantes fossiles, et s'était servi d'elles pour dater les couches de combustibles qui se sont formées aux diverses époques géologiques, en même temps que pour rattacher entre elles celles qui ont été contemporaines.

A la liste funèbre de nos morts, il faut ajouter deux correspondants : Gaston Vasseur qui connaissait toutes les phases de l'histoire géologique de la France, avai dressé la carte de ses terrains, décrit les vicissitudes diverses par lesquelles ses côtes occidentales avaient passé, au cours des âges, et avait réussi à préciser l'époque à laquelle la Manche avait creusé son large fossé entre la Bretagne, le Cotentin et l'Angleterre; puis Jean-Henri Fabre, l'enthousiaste, le vibrant poète des merveilles qui s'accomplissent discrètement et sans relâche, dans ce monde menu des Insectes, dont chacun nous apparaît, au premier abord, comme l'exécuteur fidèle et minutieux d'ordres mystérieusement issus de quelque élément infiniment petit de la pensée divine.

A ces grands Français l'Académie rend aujourd'hui un public et solennel hommage qui s'adresse tout à la fois aux travaux par lesquels ils ont fait progresser la Science et aux éminentes qualités d'esprit et de cœur qui les lui rendaient particulièrement chers et précieux. Elle cultivera pieu-

sement leur mémoire; mais quand la mort les a pris, ils avaient accompli leur œuvre; ils étaient en possession de la renommée qu'ils avaient méritée. Ce que la France pouvait attendre d'eux, ils le lui avaient donné, et ils avaient eu le temps d'allumer en d'autres mains ce flambeau de la Science dont la lumière s'avive à chaque génération. Hélas! combien de ces mains qui venaient à peine de s'en saisir, se sont glacées, laissant échapper et se briser le flambeau lui-même. Ces mains défaillantes l'Académie a voulu les bénir une dernière fois, en inscrivant sur son livre d'or les noms de ceux qui s'en étaient servi pour ajouter quelques fleurons à sa couronne. Quinze des prix dont elle dispose ont été décernés à des savants tués à l'ennemi, dont vous entendrez tout à l'heure lire les noms et rappeler les hauts faits.

Nous n'aurons jamais assez de regrets pour ces touchantes victimes d'une guerre sans précédent. Leur mort glorieuse sur les champs de bataille n'est pas une consolation; elle ajoute seulement à nos regrets de l'admiration, et cette admiration nous la devons encore à toute cette jeunesse studieuse qui, aussi bien en 1914 qu'en 1870, s'est élancée d'un seul cœur à la défense de la patrie.

En 1870, elle jouissait d'immunités spéciales dont elle pouvait exciper pour s'abstenir; au premier signe de détresse de nos armées, sans aucun appel, ce fut à qui y renoncerait, et l'on vit, après la guerre, plus d'un jeune soldat reprenant ses études à l'École Normale supérieure, accoler aux palmes bleues, insignes de l'École, le ruban de la Légion d'honneur ou celui de la Médaille militaire. Certes, les jeunes gens qui fréquentaient naguère nos amphithéâtres ou nos laboratoires n'avaient pas songé, durant la paix, à acquérir une gloire militaire. Ils considéraient la guerre comme un événement chimérique, tout au moins fort lointain, qui ne pouvait surgir que d'un invraisemblable cataclysme dont ils ne percevaient aucun avant-coureur. Ils étaient, pour ainsi dire, pacifistes par destination, parce que les œuvres scientifiques sont avant tout des œuvres de calme et de sérénité; ils l'étaient aussi, par raison, parce qu'une intelligence séduite par les enchantements de la Science, ravie par ses merveilles, se refuse à comprendre que des hommes emploient toutes les ressources de leur esprit à rassembler les plus sûrs moyens de s'entre-tuer. Volontiers, ils se rangeaient parmi les disciples de cette école naïve qui prétendait « déclarer la paix au monde ».

Mais voilà que résonne l'appel aux armes. La Patrie est attaquée et tous ces pacifistes sont debout : pas un ne manquera à l'appel. Adieu! le tran-

quille travail du laboratoire; ils ne sont plus que des soldats désormais; ils ne songent même pas — et il fût peut-être dommage qu'on n'y ait pas songé pour eux — à se réclamer de leur savoir pour obtenir des postes spéciaux; ils croiraient déchoir s'ils n'étaient pas appelés à manier la pelle et le fusil, tout comme les camarades qui viennent de déposer la lime ou de quitter la charrue. Tous sont frères; tous vont marcher la main dans la main, sous l'uniforme bleu horizon, l'uniforme d'égalité qui les confond avec le ciel! Seulement, quand arrivera l'heure de l'assaut, ils se souviendront que les plus instruits doivent l'exemple; ils seront les premiers à sauter sur les glacis, les premiers à courir aux fils barbelés, les premiers à mourir.

Voilà 17 mois que dure la plus terrible des guerres et la plus fertile en surprises. Aucun n'a faibli. Leur calme est magnifique : celui-ci cultive des violettes qu'il envoie à ses protectrices, et qu'il transplante parce qu'elles sont trop exposées aux obus; celui-là élève de jeunes corbeaux et note les progrès de leur développement, jour par jour; cet autre ramasse des fossiles ou des insectes; un petit groupe s'étonne des allures d'un minuscule papillon tout argent; on décide de l'expédier au directeur du Jardin des Plantes, pour savoir son nom.

Je connais un grand établissement scientifique qui a envoyé au front 90 membres de son personnel; ils appartiennent à toutes les catégories, depuis les docteurs ès sciences jusqu'aux simples manœuvres. Ils écrivent à leurs camarades, à leurs collègues, à leurs chefs; on ne saurait choisir, parmi leurs lettres, celles qui mériteraient le mieux d'être données en exemple d'endurance, de résolution et d'entrain. Quelques-unes sentent encore la poudre de la bataille de la veille; toutes respirent la même vaillance, la même volonté de combattre jusqu'à la victoire qui ne fait de doute pour aucun d'eux.

Ah! il ne s'agit ici ni de butin, ni de conquêtes, ni de leçons à donner au monde, à la façon des magisters d'Allemagne. C'est le tranquille courage d'hommes conscients de leur valeur, fiers de la nouvelle tâche qu'ils accomplissent; de jeunes chefs de famille en qui s'éveille le souvenir d'une chère compagne, qui revoient le sourire des chérubins qu'ils ont laissés près d'elle, et qui simplement, noblement, maîtrisant la meurtrissure de leur cœur, font le sacrifice volontaire de leur avenir à cette entité plus haute qu'est la Patrie. Pas une plainte sur les privations, sur les souffrances passées, sur la cruauté du sort, sur le danger à courir; un seul cri : « La France a besoin de moi, je me donne tout à elle! » Et ils n'ajoutent

rien, si ce n'est la recommandation à ceux qui les aiment de garder, en cas de malheur, tout leur courage, et de retenir leurs larmes.

Qui, dans aucune autre nation, oserait se croire au-dessus d'hommes capables d'une telle hauteur d'âme et de sentiments, d'une telle générosité, de sacrifices aussi stoïques à une cause aussi noblement désintéressée! Il ne faut leur demander, à ceux-là, ni ténébreux calculs, ni mépris des traités, ni fourberies, ni trahisons, ni ingratitude. Ils sont de la race de ce roi Albert, tout à la fois héros et martyr, dont on ne peut prononcer le nom sans un frémissement d'émotion, et qui, Cobourg et d'Orléans, a su laisser à un autre, doublement de même origine, la contagion de la félonie germanique.

L'Allemagne en porterait pendant vingt siècles le deuil, qu'on ne saurait lui pardonner l'assassinat par le fer, par le feu, par le froid, par la faim, par d'horribles mélanges de gaz meurtriers, par les terribles microbes tétaniques ou gangréneux de cette brillante jeunesse fauchée par milliers, aussi bien chez elle que chez nous, et l'ensevelissement dans la lourde terre des champs de bataille de tout ce qui fermentait en elle d'espérance et de génie. Nous reconstruirons, quand nous voudrons, les chaumières, les palais, les cathédrales écrasés par les obus, nul ne pourra réparer le désastre intellectuel, infligé à l'humanité par les ambitions prussiennes. Lady Macbeth s'écriait que toute l'eau des Océans ne saurait effacer la petite tache de sang marquée sur sa main par la trahison. Où donc sont les éléments qui pourront faire disparaître la large ceinture de sang qui court tout le long des frontières de la Germanie, et qui la séparera désormais de tout le monde civilisé?

Comment pourra se racheter de l'hécatombe de toute une génération la tragique famille qui, partie du sombre donjon de Souabe où elle rançonnait ses voisins, et s'enrichissait au point d'acheter des royaumes à des empereurs besogneux, n'a cessé depuis cinq cents ans de troubler l'Allemagne d'abord, l'Europe ensuite, aujourd'hui le Monde, après avoir déformé la conscience de tout un peuple?

On a parlé de barbarie, mais la barbarie consciente change de nom : elle s'appelle le crime, et le crime ne cesse pas d'être le crime quand il est commis par des têtes couronnées, quand il devient collectif, et surtout quand il est discipliné. C'est pourquoi l'Académie des Sciences a rayé de ses listes, le 15 mars 1915, les signataires du triste manifeste où les intellectuels allemands ont essayé de défendre les cruautés et les félonies commises par leurs compatriotes et inspirées par eux à ceux qui les servent : le chimiste

von Bayer, de Munich, associé étranger, et trois correspondants : le mathématicien Félix Klein, de Göttingue; le chimiste Emil Fischer, de Berlin; l'anatomiste Waldeyer, également de Berlin.

Geste inutile! ont dit quelques-uns, la Science étant universelle et réclamant, pour ses progrès rapides, le concours des savants de tous les pays. Pasteur avait répondu d'avance, au lendemain de la guerre de 1870 : « La Science n'a pas de patrie, mais le savant doit en avoir une » ; et la patrie ce n'est pas seulement un territoire, c'est l'ensemble des idées, des traditions, des coutumes, des mœurs que nous tenons de nos ancêtres, qui sont un héritage dont notre sang est imprégné, qui commandent notre façon de vivre, nous rendent chers ceux qui pensent et agissent comme nous, difficilement supportables ceux qui nous heurtent par leur conception différente de la vie, et contre lesquels se révolte tout notre être, quand ils prétendent nous dominer, insultent à nos souvenirs et s'attaquent aux plus magnifiques monuments de notre passé. Tout cela est une part de nous-mêmes, la meilleure, que nous n'aurons jamais assez d'énergie pour défendre. Par son geste l'Académie a voulu stigmatiser les contempteurs des conceptions morales que nous ont léguées les générations qui ont, durant de longs siècles, vécu, souffert, aimé et pensé sur notre sol.

Après avoir défendu le passé, l'Académie des Sciences avait surtout à s'occuper du présent.

A une époque où la guerre n'est plus l'affaire de ces quelques milliers de soldats, dont la fonction était jadis de protéger et de défendre ceux qui travaillaient pour assurer la subsistance de tous, où elle met aux prises tout ce qu'il y a de valide dans deux nations, la vie est nécessairement suspendue pendant sa durée ; le travail créateur de richesse et de bien-être se ralentit; la misère frappe rudement ceux qu'il nourrissait au jour le jour, et sonne à toutes les portes. Qu'allaient devenir les êtres chers aux hommes que leur âge appelait sous les armes, et dont le labeur quotidien apportait à la maison, avec la sécurité du lendemain, un confort souvent nécessaire aux malades, aux vieillards et aux enfants, désormais impossible, avec les maigres allocations de guerre, pour ces familles nombreuses, trop rares, il est vrai, dans le monde où l'on prétend jouir de la vie, mais fréquentes encore dans les milieux modestes qui sont par leur travail, comme par leurs enfants, les piliers les plus sûrs de notre prospérité?

Hantées par la vision des tranchées, les mères et les sœurs avaient trop d'angoisse au cœur pour songer à se parer; la sobre élégance du costume

presque religieux des infirmières n'admettait guère les fantaisies qui font vivre mimi Pinson, et l'on ne pouvait s'attendre à ce que les doigts alertes et légers des « midinettes » consentissent courageusement, comme ils l'ont fait, à calibrer des obus, emplir des grenades ou manipuler des explosifs. Bientôt les costumes de deuil allaient achever la faillite des rubans, des plumes, des fleurs, des soieries de toutes nuances, et les longues files de voitures d'ambulances annonçaient que toute l'activité, sous l'égide de la Croix-Rouge et des autres Sociétés de secours, se concentrerait autour des malades et des blessés. Par un paradoxal mais inévitable contre-coup, la charité allait donc encore créer du chômage, dans les ateliers si nombreux à Paris, qu'alimente la mode.

On installe un peu partout des hôpitaux et des ambulances; les œuvres de charité les plus ingénieuses et les plus délicates surgissent comme par enchantement. Beaucoup sont dirigées, animées, développées par ces françaises qu'on a tant décriées, dont on a tant médit, de l'autre côté du Rhin, où on ne les connaissait que par les romans et les pièces de théâtre, dans lesquelles beaucoup d'écrivains, depuis 40 ans, se sont complus à dépeindre les tourments de cœur d'héroïnes qu'on ne rencontre que dans le monde désœuvré où sévissent les névroses, et qui est si peu de chose au regard du monde, du vrai monde, de ces jeunes filles, de ces mères de famille de France, exemplaires dans tous les aspects de leur vie, sachant allier la finesse de l'esprit, la distinction des manières et la plus délicate élégance à tout ce que peut inspirer à des âmes expertes en sollicitude maternelle, la charité et le dévouement. Elles aussi se sont courageusement mobilisées; elles ne soignent pas seulement les blessés; elles préparent et servent les repas des pauvres gens; elles organisent des offices de placement et des ouvroirs dont l'un, dans les bâtiments de l'Institut, est dirigé par la fille de notre grand Pasteur, Mme Vallery Radot, que l'on retrouve partout où il y a du bien à faire; elles créent pour les enfants malheureux des refuges où ils jouent, mangent, dorment, bien chauffés et bien gardés par de grandes sœurs, de tendres mères improvisées, qui apprennent, de leur côté, à connaître de près les humiliations cachées et les souffrances de la misère, et n'en deviennent que meilleures.

Grâce à elles, grâce à l'élan superbe de leur charité, de la charité de tous, le Paris que ne connaissent pas, que ne voient pas les étrangers qui traînent encore leur inutile ennui dans ses rues mal éclairées, devient vraiment la capitale touchante de la fraternité.

Il fallait d'autre part, en présence des mensonges et des calomnies dont

il était l'objet remettre notre pays à sa vraie place, et répondre à la propagande éhontée de nos ennemis. La Société pour l'expansion de la Langue française y a pourvu. Elle distribue un Bulletin de quinzaine tiré à 200000 exemplaires, rédigé en neuf langues qu'elle répand dans le monde entier et qui a gagné partout la confiance, par son exactitude et son élévation.

L'Académie des Sciences a, de son mieux, encouragé toutes ces œuvres utiles. En agissant ainsi elle n'a fait qu'ouvrir sa bourse au malheur, comme tous les bons Français.

Il lui appartenait de jouer, dans la Défense nationale, un rôle plus direct. Des cinq Académies dont l'ensemble constitue l'Institut de France, quatre se meuvent dans les régions immatérielles de l'Art, de la Poésie, de la Morale, de la Philosophie, et de l'Histoire. L'Académie des Sciences se tient, au contraire, au contact immédiat des réalités éternelles qui sont aussi celles du présent; elle regarde curieusement agir les unes sur les autres les forces et les choses, pour tâcher de pénétrer leur mystère. Dans ce rôle, en apparence modeste, les savants ont réussi au delà de toute espérance. Devant la grandeur de l'œuvre accomplie, quelques-uns, nouveaux Prométhées, grisés par leurs succès, ont cru pouvoir foncer dans le ciel, et y dérober le secret du bonheur universel. Le bonheur étant lent à venir, au gré de certains autres, ces derniers accusèrent la Science de leur mécompte, et proclamèrent sa faillite. La Science n'avait cependant rien promis de tel, et ce n'était pas sa faute si certains imprudents avaient dressé des tréteaux devant sa maison. Sans doute à l'âme tourmentée de ceux qui aspirent vers un bonheur infini, acquis pour l'éternité, la Science ne pouvait apporter ce repos de l'âme qu'est la certitude; aux autres elle n'a pas donné le calme souverain qui se dégagerait de la possession du savoir absolu. Mais la vaillante jeunesse qui la cultivait et qui a su offrir, sans hésiter, sa vie à la Patrie ne lui en demandait pas tant; elle l'aimait et l'admirait, pour ce qu'elle a fait de réel; n'a-t-elle pas augmenté le bien-être autour de nous, de manière à nous faire apprécier à tous la joie de vivre une vie toujours plus intense? N'a-t-elle pas diminué partout la souffrance? Et si notre confrère Charles Richet a pu écrire, à la gloire de Pasteur, l'ode vibrante que vient de couronner l'Académie française, n'est-ce pas que de cette Science, bienfaitrice sur terre de l'humanité, victorieuse des maux qui la tourmentent, se dégage la plus sublime, la plus noble poésie? A l'homme heureux, grâce à elle, d'être débarrassé du mal physique, rassuré sur le lendemain par la prospérité et

les jouissances qu'elle répandait autour d'elle, il semblait même qu'elle eût apporté un dernier bienfait, le plus grand de tous : la paix universelle, la collaboration cordiale de tous les peuples à leur bonheur commun, et c'était bien ce qu'espérait, avec ses jeunes savants, la France tout entière.

Pendant que, chez nous, cette confiance s'emparait de tous les cœurs quelque peu ingénus, ailleurs dans les laboratoires que nous considérions comme les sûrs asiles de la paix, dans les usines que nous croyions uniquement occupées d'accroître la richesse universelle, se préparaient les gaz asphyxiants, les explosifs perfectionnés, les canons démesurés, les gigantesques zeppelins, bombardeurs de femmes, d'enfants et d'hôpitaux, les perfides sous-marins assassins de haute mer que nous voyons à l'œuvre depuis si longtemps. Le réveil a été dur, il a été prompt. A la guerre scientifique que tout le monde aurait pu prévoir, tant elle avait été claironnée par les généraux et les stratèges de l'Allemagne, mais à laquelle aucun peuple civilisé n'avait voulu croire, il fallait répondre par une guerre scientifique et l'organiser rapidement. Bien des espoirs, même des tranchées, montèrent vers l'Académie des Sciences. Vers elle, en effet, affluent toutes les découvertes scientifiques de valeur. N'allait-elle pas répondre du tac au tac aux sauvages inventions allemandes? Ses membres sont, chacun dans leur domaine, des créateurs; leurs disciples sont répandus sur tout le territoire, et ils sont de premier ordre. Tout comme le tristement célèbre Ostwald, deux d'entre eux, MM. Grignard, de Nancy, et Sabatier, de Toulouse, ont obtenu un prix Nobel pour leurs travaux de Chimie; seulement, ils n'ont pas appliqué leur talent à fabriquer des pastilles incendiaires, ou à tenter la transformation de tous les hommes en machines productrices d'énergie. Ces disciples ont aussi des élèves qui connaissent parfaitement toutes les ressources des régions qu'ils habitent et les moyens d'en tirer parti rapidement. Grâce à cet ensemble de relations, l'Académie des Sciences pouvait devenir, sous la main du Ministre de la Guerre, un puissant instrument, capable de mobiliser tout ce qui, dans la Science et dans les industries chimiques ou physiques, était susceptible, de près ou de loin, d'être utile à la défense nationale, capable de donner, dans le plus bref délai possible, ou même immédiatement, la réponse à toutes les questions d'ordre scientifique qui pourraient être soulevées sur les champs de bataille.

Dès le 3 août 1914, ses membres se répartissent en quatre grandes Commissions correspondant à leurs compétences particulières, relativement aux divers aspects de la guerre. Une Commission de Mécanique s'apprête à étudier les perfectionnements qui peuvent être apportés à l'Aviation,

à la traction électrique ou à vapeur, à la destruction des fils barbelés ou même à l'Artillerie. Nombreux et particulièrement délicats sont les problèmes qui doivent occuper la Commission de Physique. Celle de Chimie se dispose à connaître de tout ce qui concerne les explosifs et ces gaz lacrymogènes, asphyxiants ou meurtriers par l'emploi desquels les Allemands ont trouvé moyen d'avilir encore la barbarie de leur guerre; elle songe à organiser, non sans un haut-le-cœur, les moyens de rendre à des ennemis déshonorés, mais qu'il fallait cependant contenir par leurs propres moyens, gaz pour gaz, asphyxie pour asphyxie, comme le réclament instamment nos soldats menacés et les neutres eux-mêmes qui, loin d'apprécier — j'en ai la preuve — comme de la générosité notre abstention momentanée, y croient découvrir de l'impuissance, de la faiblesse ou de la peur. D'accord avec la Commission d'hygiène, de santé et d'alimentation, elle doit aussi prévoir les moyens de défendre nos soldats contre ce méphitisme à la Borgia.

Ces mesures sont aussitôt portées à la connaissance de M. le Ministre de la Guerre, et, de plus, l'Académie tout entière se tient à la disposition du général Galliéni, alors gouverneur de Paris, qui est son Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation.

Nos Commissions se mettent immédiatement à l'œuvre, et déjà, le 30 novembre 1914, la Commission de santé, d'hygiène et d'alimentation signale aux Ministres de la Guerre et de l'Agriculture tout un ensemble de prescriptions propres à assurer, sans risquer d'épuiser le troupeau national, l'approvisionnement de l'armée et l'alimentation de Paris; elle indique les règles qui doivent être suivies pour donner aux soldats une ration suffisante, non seulement pour son entretien, mais aussi pour son réconfort. Elle recommande l'usage des viandes conservées, et surtout celui de la viande frigorifiée suivant la méthode de notre compatriote Charles Tellier, viande qui est depuis longtemps entrée dans l'alimentation aux États-Unis et à Londres, mais que tiennent à l'écart, chez nous, d'injustes préventions, entretenues, à la vérité, comme cela arrive trop souvent, par des intérêts particuliers qui ont fini cependant par céder.

Les autres Commissions travaillent, de leur côté, à la solution de questions qui doivent demeurer plus mystérieuses; mais les problèmes se multiplient, les chercheurs aussi. M. le général d'Armandy apporte du front des précisions, et s'emploie à établir des liens étroits de collaboration régulière entre le Ministère de la Guerre et l'Académie des Sciences.

Le 3 mai 1915, l'organisation des Ministères étant modifiée, l'Académie

des Sciences renouvelle au Ministère de la Guerre et spécialement au Sous-Secrétariat des munitions l'assurance de son concours le plus dévoué, et demande à être rapidement saisie, par des officiers, des questions qui pourraient se poser, à mesure qu'elles se présenteraient, ou à être mise officiellement en rapport avec les Commissions spéciales, organisées déjà au Ministère. Cette collaboration des hommes de science et de l'armée, qui a permis à l'Allemagne d'avoir constamment à sa disposition tout ce qui lui était nécessaire pour attaquer ou se défendre, s'est resserrée par la nomination d'un membre de l'Académie des Sciences, M. Paul Painlevé, au Ministère de l'Instruction publique, et du rattachement à ce Ministère du Comité technique des inventions intéressant la défense nationale. Nous adressons tous nos vœux à notre éminent Confrère pour le succès de l'organisation qu'il a déjà commencée. Il sait ce qu'on peut espérer de la Science française, et il en tirera le meilleur parti pour la victoire finale. Un groupe de savants italiens a, de son côté, d'accord avec son gouvernement, demandé à collaborer avec nous et avec la Société royale de Londres, pour entreprendre en commun les études nécessitées par les circonstances. Cette Triple-entente scientifique a été bien accueillie par notre gouvernement; c'est la première fois qu'un groupement de ce genre tente de s'établir. Il pourrait devenir permanent et aurait, même en temps de paix, de sérieux avantages si, dans chaque pays, la collaboration de la Science et de l'Armée était maintenue.

Il serait aussi vain qu'inutile de recommencer ici le récit des crimes de l'Allemagne. Elle avait déjà mérité toutes les malédictions lorsque, le 3 novembre 1914, l'Académie des Sciences, à l'occasion du manifeste fameux des 93 « intellectuels » allemands, protesta solennellement contre les actes de barbarie savante qu'elle venait d'accomplir, en violation de ses engagements comme du droit des gens, soi-disant pour le salut de la civilisation, en réalité, de ce qu'elle appelle sa Kultur. Mais si les malédictions donnent à l'esprit révolté une satisfaction passagère, elles ne réparent pas le mal accompli, et n'en préviennent pas le retour. La sagesse consiste à tirer des événements les leçons qu'ils comportent.

En fait, la monstrueuse Allemagne nous a révélé une organisation dont on ne saurait trop méditer les effets, organisation profondément égoïste, se riant de toute règle morale, de toute aspiration généreuse, sacrifiant tout ce qui est d'ordre sentimental au succès de son rêve : la domination du monde, la libre disposition de sa richesse et de son travail, à l'unique profit d'une

nation, je ne dis pas d'une race, qui se prétend supérieure parce que des maîtres y ont soigneusement domestiqué des valets. C'est par cette organisation, par elle seule, que l'Allemagne a pu soutenir jusqu'ici une guerre où elle sera finalement vaincue; mais nous pouvons juger aujourd'hui, par l'effort improvisé que les plus grandes nations de l'Europe ont dû faire pour échapper au joug qui les menaçait, de la puissance que donnent les prévisions à longue portée, la discipline, le travail soutenu, avec la résolution d'obtenir un résultat, jamais perdu de vue, si éloigné qu'il paraisse d'abord. On ne saurait plus l'oublier, l'unité de l'action, la continuité de l'effort, la volonté de réussir triomphent de tous les obstacles.

Ces principes de l'organisation ne sont nullement d'invention allemande. L'Allemagne les a seulement appliqués avec constance et rigueur. Depuis la plus haute antiquité, on sait que toute organisation repose, en somme, sur trois termes : savoir, prévoir, vouloir. Savoir, c'est être renseigné sur toutes les conditions extérieures dans lesquelles la vie d'un peuple doit évoluer, de manière à se garer contre celles qui sont défavorables, à profiter de celles qui sont favorables à sa prospérité. Prévoir, c'est, quand on sait, tout préparer pour réaliser, dans les conditions connues, ce que tout peuple doit chercher à s'assurer : la sécurité et le succès dans les entreprises qui sont la condition de sa prospérité. Vouloir, c'est une fois qu'on s'est lancé dans une entreprise, au préalable reconnue utile et réalisable, en poursuivre la réalisation, jusqu'à ce qu'elle ait été obtenue. Il n'y a aucune place, dans une telle méthode, pour l'improvisation ni pour les à-coups. Il faut que les cerveaux qui ont conçu, exécutent et exécutent jusqu'au bout, en usant pour le mieux des moyens dont ils disposent, et en les perfectionnant sans cesse; cela exige du travail, de la durée, de l'autorité, et cela s'appelle : gouverner.

En présence d'une Allemagne qui, victorieuse ou vaincue, ne changera pas des méthodes qui l'ont conduite si près du succès, nous serions traîtres envers nous-mêmes, si nous ne prenions pas la ferme résolution d'accomplir avant tout ce devoir : Renoncer, non pas pour la durée de la guerre, mais pour toujours à cette mobilité, à ces querelles de mots, à cette guerre de partis soi-disant irréductibles qui nous ont fait une politique de nuages changeants, recélant dans leurs brumes épaisses tous les orages; à ces batailles de tribune qui ne laissent que trop rarement à un ministre le temps de suivre jusqu'au bout la réalisation d'une idée féconde, ou de faire aboutir un ensemble de réformes coordonnées. Dans un grand pays comme le nôtre, éminemment démocratique, gardien responsable des plus hautes

pensées qui aient jamais illuminé l'humanité, il ne devrait y avoir qu'un parti : celui de la sécurité et de la prospérité publiques.

Ce parti ne se fera pas tout seul; il y faut la ferme volonté d'un gouvernement solide, stable, de haute sagesse, résolu à obtenir de tous le sacrifice des aspirations lointaines, des rêves, des utopies, et surtout suffisamment fort pour contenir les amours-propres déçus et les ambitions trop pressées. C'est le grand parti qu'un de nos hommes d'État les plus illustres rêvait, sans doute, quand il parlait d'une république habitable pour tous les Français.

Nos ennemis nous ont jeté à la face les plus méprisantes appréciations. « Vous êtes, nous ont-ils dit, une race finie, dégénérée; la corruption de vos mœurs vous rend incapables de supporter les contraintes qu'impose la création d'une famille; votre population diminue, et ne sera bientôt plus en état de tirer de son sol tout le profit que l'humanité est en droit d'en attendre, que nous sommes en mesure de lui donner et dont la prive votre inertie. Les races n'ont d'ailleurs qu'un temps. Vos paléontologistes ne vous apprennent-ils pas que les espèces naissent, atteignent une apogée et une puissance qui semblent les défendre contre toute crise dangereuse? Mais la crise arrive, et l'espèce disparaît. C'est votre tour; votre heure est arrivée. »

Laissons les naïfs, volontaires ou non, se prendre à ces paradoxes pangermanistes, et gardons-nous de croire à la fatalité dont on nous menace.

Les soldats allemands qui sont arrêtés sur tous les fronts par nos « poilus » improvisés, savent aujourd'hui à quoi s'en tenir sur la prétendue dégénérescence physique des Français, et la doctrine morale de la Révolution française dont ils sont imprégnés, est autrement élevée que celle de Frédéric II qui, s'il était épris de Voltaire, n'a jamais laissé prêcher à ses grenadiers, ni la Liberté, ni l'Égalité, ni même la Fraternité. Quant à la doctrine de la durée limitée des races, elle s'appliquerait aussi bien à la race germanique qu'à la race celtique, qui, en admettant qu'elles existent encore à l'état de pureté, n'ont pas une différence sensible d'antiquité. D'ailleurs il ne s'agit pas ici de race, il s'agit de nation, et les nations ne sont faites que par les lois qui les régissent, par les mœurs qu'elles pratiquent. La raison suffit dès lors, à condition qu'on l'écoute, pour mettre une nation en situation de durer indéfiniment; mais il faut pour cela qu'elle ait les yeux constamment fixés sur ce qui l'entoure, qu'elle s'adapte étroitement aux conditions d'existence qui lui sont faites, qu'elle maintienne

dans son sein l'union, la discipline, la stabilité, nécessaires à la poursuite et à la réalisation des longs desseins.... Elle est alors assurée de pouvoir se défendre contre les entreprises sournoises de ses jaloux, de décourager les attaques brusquées et de conserver une force expansive, capable de lutter contre les pressions du dehors.

Il est malheureusement incontestable cependant que notre population ne s'accroît pas comme elle le devrait, que notre rendement en travail n'est pas égal à celui de l'Allemagne. On ne saurait trop le redire, l'une des causes les plus redoutables de cet état de choses est l'alcoolisme. Tous les hygiénistes sont d'accord sur ce point; à la tribune de l'Académie de Médecine, avec une admirable vaillance, le Dr Gilbert Ballet a démontré qu'il était grand temps d'agir sérieusement; l'Académie des Sciences a émis, dès le 30 novembre 1914, le vœu que les mesures les plus énergiques soient prises contre cet empoisonnement méthodique de nos meilleures populations; espérons que les lois, bien anodines encore, qui ont été élaborées, avec un si grand souci de ménager les producteurs et les vendeurs de notre poison national, seront mieux observées que celle en vigueur, depuis la guerre de 1870, contre l'ivresse manifeste. Au matin du 1er mai dernier, non loin de la prison du Cherche-Midi, où une voiture cellulaire conduisait des permissionnaires coupables de s'être attardés dans quelque débit, après l'heure du départ réglementaire, un garçonnet et une charmante fillette, par un joli soleil printanier, offraient aux ouvrières se rendant à l'ouvrage, les traditionnels bouquets de muguet. La vente en avait été réservée aux fleuristes établis. Un gardien de la paix aperçoit le gentil couple, et se dispose à le conduire au poste, après avoir confisqué les bouquets. A ce même moment passent deux ivrognes titubants; le gardien, indulgent, sourit; les ivrognes s'éloignent en chantant, narguant la loi sous l'œil amusé de la police, tandis que les pauvrets pleurent leur journée perdue.

Ayons le courage de l'avouer : à l'alcoolisme, doublement dangereux puisqu'il atteint, chez les individus, les sources mêmes de la vie, et frappe de déchéance leur descendance, s'ajoutent d'autres causes de la diminution de notre natalité : celles-là sont d'ordre purement moral. Nous avons desserré bien des liens qu'après le Directoire, les rédacteurs du Code civil avaient jugés nécessaires à la stabilité de ce noyau social qu'est la famille. La prospérité d'une nation dépend avant tout de la somme d'efforts qu'elle peut donner, de la quantité de travail que chacun peut produire : nous ne nous sommes pas toujours suffisamment gardés contre

les propagandistes de la théorie du moindre effort et de celle de l'État-Providence commode pour les partis au pouvoir, mais fatale à toute initiative. Surtout nous n'avons pas toujours su établir un équilibre prudent entre le désir naturel des individus de goûter à toutes les jouissances de la vie, leur devoir de créer une famille nombreuse, et les conditions du travail qui doit l'alimenter. Les grandes familles ne sont possibles que si le travail est intensif et suffisamment rémunérateur, aussi bien pour les ouvriers que pour les chefs d'industrie. Elles ne se conservent que si l'épouse demeure au foyer, où sa sollicitude et son dévouement trouvent toujours à s'exercer; mais il faut, pour cela, que le salaire de l'homme soit suffisant pour tous les siens et qu'il ne le dépense pas, en alcool, au cabaret.

L'œuvre de l'avenir sera de remplacer la bataille syndicaliste, divisant les ouvriers et les patrons qui devraient marcher la main dans la main, les aspirations haineuses, la guerre sociale, mère de l'instabilité, par cette union des âmes et des cœurs, cette bienveillance naturelle, ce besoin de s'entr'aider, cette haute justice, cette tolérance mutuelle qui sont le signe des vraies civilisations, de celles qui font les grands peuples. Ce sont là les vertus républicaines par excellence. Quand nous aurons, par un effort sur nous-mêmes, rendu possible grâce aux durs et périlleux loisirs des tranchées, appris à les pratiquer — ce qui constituerait la véritable révolution sociale — quand nous serons sûrs de notre force, et que notre prévoyance nous aura mis en mesure de nous placer au-dessus de toute surprise, peut-être pourrons-nous songer à risquer quelques expériences, en vue de l'institution d'un paradis terrestre plus beau que celui que détruisit l'astuce du serpent, et tel que l'ont rêvé d'illusoires réformateurs du monde. Jusque-là gardons-nous!

Lorsqu'il s'agit de ramener à elle ceux que lui ont aliéné ses actes, au cours de cette guerre, l'Allemagne rappelle le spiritualisme de ses philosophes, l'imagination de ses poètes, les émouvantes ou grandioses symphonies de ses musiciens, les théories pénétrantes de ses mathématiciens. Malheureusement la philosophie, la poésie, la musique, l'analyse mathématique n'ont rien à faire avec les doctrines et les actes de ses hommes de guerre, et, parmi les disciplines de l'esprit humain, les seules que ses théoriciens actuels aient pu plier à leur usage relèvent des Sciences physiques et naturelles : la lutte pour la vie, l'utilisation au maximum de l'énergie, c'est-à-dire la guerre au dehors, le despotisme au dedans, seraient

les conditions nécessaires du progrès. Ne laissons pas compromettre la Science dans la terrible aventure où l'humanité se débat en ce moment.

La lutte pour la vie a amené l'anéantissement des plus superbes créatures qui aient jamais existé; elle a laissé arriver jusqu'à nous les plus féroces, les plus lâches et les plus venimeuses. Beaucoup, au contraire, ont subsisté qui ont simplement renoncé à la bataille et ont réussi, grâce à une persistante volonté de vivre, à s'accommoder des conditions d'existence les plus désavantageuses; abandonnant les rivages surpeuplés de la mer, elles ont pénétré dans les eaux douces, ont grimpé sur la terre ferme, se sont élancées dans les airs, hors de l'atteinte des carnassiers attachés à la terre, et, contre toute attente, ont plongé jusqu'au plus profond des abîmes de la mer, glacés par l'eau qui descend des pôles et où ne pénètre jamais la moindre lueur de soleil. Dans le raccourci où nous voyons actuellement l'insondable passé qui nous a précédés, il semble que nous assistions non pas à une lutte, mais à une fuite éperdue, loin des zones de combat. D'autre part, il sera permis à un naturaliste de dire que quatre des embranchements du Règne animal sur huit n'ont pu être réalisés que grâce à la sécurité profonde dans laquelle ont vécu les ancêtres des animaux qui les composent; elle leur a permis de survivre à des changements d'attitude, allant jusqu'au renversement total et qui eussent été désastreux pour des êtres ayant à lutter contre quoi que ce soit. Nous devons justement à cette sécurité les caractères qui ont fait aux Vertébrés la place éminente qu'ils occupent dans le Règne animal et qui ont préparé notre propre prépondérance. Ce n'est donc pas à la guerre que sont dus les plus grands progrès dans la Nature; la Victoire finale n'a pas été celle de la force, mais celle de la paix.

Ce n'est certes pas non plus une loi de la Nature vivante que l'utilisation au maximum de l'énergie. Si la vie ne subsiste que grâce à l'harmonieuse collaboration des éléments dont nous sommes faits, collaboration qui n'exclut pas, pour eux, un degré considérable de cette indépendance signalée par Claude Bernard, il est impossible d'imaginer un plus prodigieux gaspillage d'énergie que celui qui s'accomplit parmi les œuvres de la vie. C'est ce gaspillage qui nous a donné tout ce qui charme nos yeux : les innombrables et frais brins d'herbe du gazon que nous foulons aux pieds et qui meurent, pour la plupart, sans avoir fait autre chose que d'exister; la folle prodigalité des feuilles sur les arbres, celle des fleurs dont un si grand nombre n'ont brillé que le temps de se faire admirer; les splendeurs du vêtement de tant d'insectes; les somptuosités du plumage des oiseaux et les

harmonies de leur chant, et ce fourmillement d'êtres, en apparence inutiles à l'économie générale du monde, mais que nous aimons en raison de l'animation qu'ils créent autour de nous, sans que nous puissions comprendre la raison de leur existence. Tout cela c'est de l'énergie perdue, comme celle que dépensent nos artistes, nos poètes et peut-être aussi nos philosophes, comme celle qui s'ensevelit dans nos émotions; mais cette énergie perdue c'est l'enchantement de la vie, c'est ce qui nous aide à calmer nos douleurs, c'est ce qui nous console de nos peines, c'est ce que nous offrons à nos malades, à nos blessés, à nos chers mutilés, pour endormir leurs souffrances et prévenir chez les plus gravement atteints, de terribles désespérances.

Aussi bien, l'évolution de l'homme a-t-elle été dirigée par d'autres lois que des lois purement physiques. Dans toute la série des êtres dont il est le superbe couronnement, les instruments de l'intelligence se développent avec une surprenante rapidité, préparant l'avènement de cette raison qui n'aperçut d'abord dans le monde que d'inquiétants mystères, mais s'est habituée peu à peu à le contempler sans effroi, l'étudie, le pénètre, arrive à le dominer, et qui auparavant, nous a appris, dans notre course à travers le temps, que toutes nos émotions, toutes nos douleurs, tous nos plaisirs peuvent être ressentis par nos semblables ou inversement se réfléchir vers nous, créant de la sorte la sympathie, la tendresse et la charité.

Dans ce domaine du sentiment la Science ne pénètre pas, elle ne saurait davantage prendre pied dans celui des croyances. Il fut un temps où, s'appuyant sur la balance dont le fléau ne s'infléchit jamais après que deux poids égaux de matière ont été placés sur ses plateaux, on pouvait croire la matière indestructible, éternelle par conséquent, et prétendre qu'elle existait seule dans le monde; c'était une croyance comme les autres, et qui avait sur elles l'avantage de sembler vérifiée par l'expérience. Cet avantage en faisait une sorte de contre-religion qu'ont professée pendant longtemps, non sans quelque tyrannie dogmatique, les esprits soi-disant indépendants. Mais voilà que les recherches des Becquerel et des Curie parviennent à isoler le radium, que le radium, à peine isolé, ne nous montre plus dans la matière qu'une immense condensation d'énergie qui se libère pour transformer tout ce qu'elle touche, en laissant derrière elle comme résidus, à la place du radium disparu, des corps nouveaux : de l'hydrogène, de l'hélium, susceptibles de se résoudre eux-mêmes en corps inconnus sur la Terre, apparaissant momentanément dans la lumière des nébuleuses : l'*archonium* et le *nebulium*, avant de se confondre, à leur tour, avec la substance fonda-

mentale et homogène du grand Tout. La Matière n'est donc plus éternelle : elle peut se dissoudre et disparaître dans l'universel et impondérable inconnu où s'élabore, se transforme et voyage toute force, à une vitesse presque instantanée. Tout ce qui est tangible, résistant, tout ce qui est accessible à nos sens peut s'effondrer, en sorte qu'il ne resterait plus qu'un vide effroyable devant ceux qui auraient mis dans ce qu'ils nous montrent leur unique foi. Par surcroît, notre confrère Pierre Puiseux vient de nous avertir (¹) que le Soleil lui-même ne mourra peut-être pas lentement, comme nous le pensions, en perdant ses radiations puissantes, sa lumière, sa chaleur, sa fluidité, pour se consolider en une morne masse pierreuse, incapable d'entretenir la vie que seul il maintient sur la Terre et qu'il a peut-être créée, pour se résoudre enfin en fragments dissociés, errant sans but, dans les ténèbres d'un ciel qu'il illuminait jadis. Il se peut que brusquement, en pleine possession de tous ses magnifiques attributs, après une explosion formidable, telle que celles qui semblent avoir marqué la fin de plus d'une étoile, il se dissolve totalement et se fonde lui-aussi dans l'infini de l'Éther, abandonnant à un désarroi sans nom tout le système des astres qu'il régit.

L'éther, l'invisible Éther que nous avons nommé sans le connaître, mais qui pénètre et baigne tout, serait donc le réservoir infini d'où tout sort, où tout s'anéantit, où la matière se forme sous l'influence de mouvements de vibration, de rotation, de translation, qui sont les forces, et vient s'évanouir plus tard dans l'impondérable. Seul le mouvement conditionne l'Éther et le fait sortir de son indifférence. Tout mouvement — et qui nous dira d'où vient l'impulsion première! — tout mouvement l'ébranle, persiste plus ou moins, se propage et s'éteint après s'être fait tour à tour lumière, électricité, chaleur, matière, attraction, rayons invisibles, imperceptibles mais puissants, et avoir créé enfin, dans les corps vivants, cette unité mystérieuse qui apparaît si nettement dans les plus élevés d'entre eux, sur l'existence de laquelle nous n'hésitons pas, et que nous appelons leur conscience.

Où s'arrête cette évolution grandiose? Ici la Science ignore et peut seulement supposer ou, si l'on veut ... espérer, et cela seul enlève à toute philosophie le droit de fonder sur elle une négation. Elle refuse de livrer bataille à aucune croyance, quelle qu'elle soit, dans le domaine de la

(¹) P. Puiseux, *L'avenir des planètes* (*Scientia*, t. XVIII, 1915).

conscience et de l'esprit, parce que ces domaines elle ne peut les contempler que du dehors. Elle arrive jusqu'à leur frontière; loin de les méconnaître, elle confirme leur existence, mais elle n'a aucun moyen d'y pénétrer. Elle ne s'enrégimente sous aucun drapeau, et reprend à son compte ce cri de suprême sagesse que le Christ a jeté aux hommes de bonne volonté : Aimez-vous les uns les autres! C'est l'heure ou jamais de le faire entendre.

Lorsque après tant de sacrifices, tant de souffrances courageusement supportées, tant d'héroïsme généreusement dépensé, nos soldats victorieux, légitimement fiers d'eux-mêmes, rentreront dans leurs foyers, sous les plis triomphants de leurs drapeaux, pourra-t-il se trouver, parmi ceux qui sont paisiblement demeurés à l'ombre des ormes de leur mail, supputant les chances de durée des vieux partis, des hommes assez osés ou assez inconscients pour essayer de semer la division entre des cœurs fondus sous la mitraille? Oh! non cela ne sera pas, et demain nous verrons se dresser une France rayonnante, paisible, indissolublement unie qui, après avoir rapidement pansé ses plaies, sera la France riche, prospère, vertueuse, travailleuse, peuplée que nous rêvons tous, et dont la pensée généreuse et loyale chassera du monde, pour toujours, l'égoïsme, la bassesse et la corruption.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1915.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Darboux, Boussinesq, Vieille; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix à M. **Joseph Marty**, professeur au Lycée d'Albi, tombé glorieusement à la bataille de la Marne. L'Académie donnera ainsi un témoignage d'estime à un jeune géomètre, trop tôt disparu, qui avait ajouté un chapitre intéressant à la théorie des équations intégrales, en étudiant le cas où le noyau est symétrisable qui se rencontre fréquemment dans les applications à la Physique mathématique.

La Commission demande que la valeur du prix soit, par exception, portée à *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les propositions de ce Rapport.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Jordan, Appell, Painlevé, Humbert, Hadamard, Darboux, Boussinesq, Vieille; Émile Picard, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1915, la question suivante :

Réaliser un progrès notable dans la recherche des courbes à torsion constante; déterminer, s'il est possible, celles de ces courbes qui sont algébriques, tout au moins celles qui sont unicursales.

La Commission propose que, en raison des circonstances, le concours soit prorogé à 1916 et qu'en conséquence les candidats soient autorisés à déposer leurs Mémoires jusqu'au 31 décembre 1915.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Boussinesq, rapporteur.)

La Commission, n'ayant pas trouvé de candidat dont les titres s'imposassent, a jugé devoir laisser la valeur du prix Montyon de Mécanique à la libre disposition de l'Académie, pour ses charges résultant de la guerre.

L'Académie décide que le prix n'est pas décerné.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Lecornu, rapporteur.

La Commission propose de décerner ce prix à M. **Charles Rabut** pour l'ensemble de ses travaux.

M. Charles Rabut, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, ancien professeur à l'École des Ponts et Chaussées, est à la fois un théoricien émérite et un ingénieur de haute valeur. On lui doit notamment des applications remarquables et hardies du béton armé.

Ajoutons que dès la déclaration de guerre M. Charles Rabut, malgré son âge, n'a pas hésité à reprendre l'uniforme, et qu'il est chargé, en qualité de lieutenant-colonel du génie, de l'étude de nombreuses questions de construction, concernant notamment les ponts militaires. Il s'occupe aussi de la réfection des ponts du réseau du Nord.

La Commission tient à rapprocher du nom de M. **Charles Rabut** celui de son fils André, ingénieur civil des Mines.

M. André Rabut, envoyé sur le front à la suite d'instances réitérées de sa part, comme lieutenant d'infanterie, a été tué le 29 janvier dans le bois de la Gruerie, d'une balle en pleine poitrine, alors qu'il entraînait ses hommes pour les porter en avant.

M. André Rabut avait rédigé sous ce titre : *Quelques idées américaines modernes sur la formation des ingénieurs*, un intéressant Volume qui vient de paraître sous le patronage du Comité central des houillères de France, et que notre confrère, M. Le Chatelier, a fait précéder d'une Préface où se lit cette appréciation : « M. Rabut a fait une œuvre éminemment utile ».

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing père, Haton de la Goupillière, Bertin; Boussinesq, rapporteur.)

Un seul candidat, M. l'ingénieur **Umberto Puppini**, de Bologne, s'est présenté, en nous envoyant un ensemble de travaux connexes, imprimés (en italien), dont le principal et le plus récent, de 1914, a pour titre: *Le principe de réciprocité pour les nappes artésiennes*.

Ce travail est relatif aux divers modes possibles d'écoulement *permanent*, par des sources ou des *puits* supposés contenir toujours une eau en repos ou presque en repos (avec surface libre à la pression atmosphérique), du liquide que fournit une vaste nappe aqueuse infiltrée ou dans le sol, ou sous le sous-sol imperméable, d'une contrée, et en équilibre aux grandes distances de la région des puits considérés. La *hauteur* φ *de charge* de la nappe aqueuse, somme, en chaque point (x, y, z), de l'*altitude* effective ζ de ce point et de la pression $\frac{p}{\rho g}$ (ainsi évaluée en hauteur d'eau) qu'y supporte le liquide, est donc une quantité *constante loin des puits*. Et elle l'est même près des

puits si aucun d'eux ne débite de liquide, cas où φ se réduit partout à sa valeur sur une quelconque des surfaces libres des puits, savoir, à l'altitude, alors commune, de celles-ci. On prend comme plan horizontal de repère leur plan même dans cet état, plan au-dessus duquel se compteront les altitudes et dont les points situés dans des parties de la nappe aqueuse très éloignées seront, par suite, constamment à la pression atmosphérique ou, comme on dit, *sans pression*. On aura ainsi, dans la nappe, $\varphi = 0$ aux distances *infinies* de la région des puits.

Dès lors, dans tout régime d'écoulement permanent à étudier, la *charge* φ, à l'intérieur d'un quelconque des puits, égale l'altitude (négative) de sa surface libre actuelle par rapport au plan de repère, c'est-à-dire la *dépression* fixe h (prise avec le signe $-$) de son niveau, corrélative au mouvement effectif de la nappe ; ce qui donnera, sur toute l'étendue des parois *mouillées* du puits, $\varphi = -h$.

Si K, fonction de x, y, z censée donnée, désigne le coefficient de filtration du terrain au point (x, y, z), et que dn soit la normale à un élément plan quelconque mené par ce point, on sait que le volume liquide q débité dans l'unité de temps par l'unité d'aire de cet élément plan, en venant du côté où l'on a tiré la normale dn, aura la valeur $K\frac{d\varphi}{dn}$: principe d'où l'on déduit aisément, en l'appliquant aux six faces d'un parallélépipède rectangle élémentaire $dx\,dy\,dz$ et en exprimant la conservation des volumes liquides débités d'instant en instant à travers ces faces, l'équation indéfinie du phénomène,

$$\frac{d}{dx}\left(K\frac{d\varphi}{dx}\right)+\frac{d}{dy}\left(K\frac{d\varphi}{dy}\right)+\frac{d}{dz}\left(K\frac{d\varphi}{dz}\right)=0. \tag{1}$$

Il y aura lieu de considérer celle-ci dans tout l'espace compris entre les deux limites suivantes : d'une part, l'ensemble σ des parois *mouillées* des puits, où la charge φ aura, dans chaque puits, la valeur $-h$, où, de plus, on aura mené les normales dn (vers l'intérieur du terrain) aux éléments $d\sigma$ de paroi, et où affleuront dans ces puits les débits $q = K\frac{d\varphi}{dn}$ par unités d'aire et de temps; d'autre part, une grande surface σ_1 coupant tous les filets liquides qui aboutissent aux puits et circonscrite à la région où ils sont groupés, mais l'entourant d'assez loin pour que les vitesses de filtration y soient insensibles ou la charge φ très voisine de zéro. Si dn_1 est la normale à chaque élément de σ_1, dirigée hors de σ_1, c'est-à-dire du côté d'où viennent les filets fluides, et que q_1 soit le débit *unitaire* $K\frac{d\varphi}{dn_1}$ de $d\sigma_1$, il est

clair que le débit total de la nappe par unité de temps s'écrira indifféremment

$$\int q\,d\sigma \quad \text{ou} \quad \int q_1\,d\sigma_1;$$

en sorte que ces deux intégrales auront une même valeur finie.

Cela posé, le théorème de réciprocité découvert par notre candidat, et démontré par lui au moyen de l'*Analyse vectorielle*, s'obtient en comparant deux modes quelconques *distincts* d'écoulement permanent, dont l'un sera, par exemple, un écoulement spontané, l'autre, cet écoulement modifié par un jeu de pompes dans les puits (ou les sources), ou par une disposition différente des conduits d'évacuation, etc. Dans le passage d'un mode à l'autre, les surfaces libres souterraines, quand il en existe, se déplaceront assez peu et presque parallèlement à elles-mêmes en chaque endroit.

Soient : φ, h, q, q_1 les notations relatives au premier mode; φ', h', q', q'_1 les notations pour le second mode, où l'équation (1) devient

$$\text{(1 bis)} \qquad \frac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dx}\right)+\frac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dy}\right)+\frac{d}{dz}\left(\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dz}\right)=0,$$

et où l'on aura

$$(\text{sur }\sigma)\quad \mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dn}=q',\qquad (\text{sur }\sigma_1)\quad \mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dn_1}=q'_1,\qquad \int q'\,d\sigma'=\int q'_1\,d\sigma'_1,$$

de même qu'on avait

$$(\text{sur }\sigma)\quad \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dn}=q,\qquad (\text{sur }\sigma_1)\quad \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dn_1}=q_1,\qquad \int q\,d\sigma=\int q_1\,d\sigma_1.$$

L'équation cherchée de réciprocité sera

$$\text{(2)} \qquad \int h' q\,d\sigma=\int hq'\,d\sigma'.$$

Pour la démontrer par l'Analyse ordinaire, ajoutons les équations (1) et (1 *bis*), après les avoir multipliées respectivement par $-\varphi'$ et par φ. Il viendra

$$\text{(3)} \qquad \frac{d}{dx}\left(\varphi.\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dx}-\varphi'.\mathrm{K}\frac{d\varphi}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(\varphi.\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dy}-\varphi'.\mathrm{K}\frac{d\varphi}{dy}\right)+\frac{d}{dz}\left(\varphi.\mathrm{K}\frac{d\varphi'}{dz}-\varphi'.\mathrm{K}\frac{d\varphi}{dz}\right)=0.$$

Multiplions celle-ci elle-même par $dx\,dy\,dz$, puis intégrons dans toute

la partie mouillée de la nappe aquifère comprise entre les surfaces σ_1 et σ, partie à très peu près commune chez les deux modes d'écoulement et dont on pourra sans erreurs relatives sensibles supprimer, près des surfaces libres, les éléments non communs. Appliquons d'ailleurs à chaque terme la transformation habituelle, qui change, en intégrales de surface, les intégrales de volume où une des intégrations sur trois s'effectue d'elle-même. Enfin, observons qu'aucun débit appréciable ne sera fourni par les parties de la frontière du champ d'intégration qui se trouveront ou contiguës à des parois ou même voisines d'une surface libre sur laquelle glissent les filets superficiels, tandis que les filets voisins, presque de même direction et traversant cependant la *frontière* en question, la perceront comme tangentiellement, sous des angles infiniment aigus, et ne constitueront d'ailleurs en tout qu'une fraction très faible, insensible, de l'ensemble des filets. Il viendra simplement, vu que $\varphi = -h$ et $\varphi' = -h'$ sur les parois mouillées des puits,

$$\int (hq' - h'q)\, d\sigma + \int (\varphi q'_1 - \varphi' q_1)\, d\sigma_1 = 0.$$

Ici, dans la seconde intégrale, les débits $\int q'_1\, d\sigma_1$, $\int q_1\, d\sigma_1$ ont très sensiblement mêmes valeurs finies que $\int q'\, d\sigma$, $\int q\, d\sigma$; mais leurs produits par les valeurs moyennes correspondantes, très petites, de φ et de φ' sont négligeables. En conséquence, cette seconde intégrale s'évanouit, et il reste bien la formule (2) de réciprocité.

Le théorème de M. Umberto Puppini consiste donc en ce que *les produits respectifs des débits des divers puits dans le premier mode d'écoulement, par les dépressions h' qui s'y observent dans le second mode, donnent même somme que les produits respectifs des débits dans le second mode, par les dépressions h qui s'y observent dans le premier.*

L'auteur constate d'ailleurs la suffisante exactitude de cette formule dans des cas observés antérieurement à sa découverte, du moins pour une région du Piémont où sont trois puits servant à l'alimentation de Turin en eau potable; et il en fait l'application pratique, par exemple, au cas où, ayant observé à la fois *débits* et *dépressions* lorsque chaque puits d'une région fonctionne seul à tour de rôle, on se contente de noter ensuite les dépressions produites dans chacun lors de leur fonctionnement simultané. La comparaison de ce cas plus complexe à chacun des précédents fournit

précisément autant d'équations qu'il y a de puits et permet, par conséquent, le calcul théorique de leurs débits partiels.

Ce principe de réciprocité peut donc être d'autant plus utile, que l'équation indéfinie (1) du problème est absolument inintégrable, à raison non seulement de la fonction empirique et inconnue K qui y paraît, mais aussi de la figure, tout aussi difficile à déterminer et à exprimer, des parois imperméables limitant la nappe.

En 1874, Betti, dans les questions d'équilibre élastique ([1]), et l'un de nous, dans celles de mouvements vibratoires ([2]), avaient, indépendamment l'un de l'autre, remarqué un théorème de réciprocité analogue, mais plus visible peut-être. Il y avait donc un très réel mérite à dégager celui-ci dans une question d'écoulement permanent. On voit que notre candidat en a, de plus, saisi l'utilité pratique et montré l'emploi, après en avoir contrôlé l'exactitude au moyen d'expériences faites antérieurement par d'autres. Aussi, votre Commission est-elle unanime à vous proposer, comme lauréat du prix Boileau d'Hydraulique pour 1915, M. l'ingénieur **Umberto Puppini**, professeur d'Hydraulique agricole à l'École royale d'Agriculture de l'Université de Bologne.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard.)

Le prix n'est pas décerné.

---

(1) *Teoria della Elasticita* del professore Enrico Betti, p. 40 (Pisa, 1874).

(2) *Sur deux lois simples de la résistance vive des solides* (*Comptes rendus*, 7 et 14 décembre 1874). Voir le texte entre les deux formules (7) et (8).

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose à l'unanimité de décerner le prix à M. **Lucien d'Azambuja**, aide-astronome à l'Observatoire de Meudon.

Pour son importante contribution à l'enregistrement quotidien de la couche supérieure de l'atmosphère solaire et à la reconnaissance de l'action exercée par le champ magnétique sur les spectres de bandes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Hamy, rapporteur.)

M. **Armand Lambert**, agrégé et docteur ès sciences mathématiques, est entré, en 1906, à l'Observatoire de Paris, où il occupe actuellement les fonctions d'astronome-adjoint. Son activité, en tant qu'observateur, s'est principalement dépensée au service méridien. Il a effectué plusieurs milliers d'observations, en prenant part notamment à la confection du nouveau Catalogue d'étoiles fondamentales. Entre temps, il collabora à l'étude longue et minutieuse des erreurs de divisions du cercle méridien du jardin et observa l'éclipse de Soleil de 1911, à la station du Val-Joyeux.

En dépit d'un état de santé qui parut un moment gravement compromis, M. A. Lambert n'a pas craint de s'attaquer à des questions de Mécanique céleste théorique aussi importantes que difficiles.

Dans un Mémoire étendu, publié dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* et qui fit l'objet de sa thèse de doctorat, il s'est proposé d'étendre nos connaissances sur les propriétés analytiques des coefficients du développement de la fonction perturbatrice, qui, en dehors du haut intérêt théorique qu'elles présentent, peuvent servir à simplifier le calcul souvent extraordinairement laborieux de ces coefficients. Considérant spécialement le cas du problème des perturbations où l'on a affaire à deux orbites circulaires, inclinées d'une manière quelconque, il a étudié les équations aux

dérivées partielles du second ordre auxquelles satisfont les coefficients du développement, considérés comme fonctions de l'inclinaison et du rapport des rayons. Il a montré que ces équations, après un certain nombre de transformations de Moutard, dérivent toutes de l'une des équations relatives à deux coefficients particuliers. Moyennant certaines hypothèses, il a fait voir que l'intégration des équations peut être conduite jusqu'au bout.

Regarde-t-on les coefficients comme fonctions, non plus de deux, mais d'un seul des éléments, ils doivent satisfaire, comme l'avait indiqué Poincaré, à une équation linéaire du quatrième ordre. M. A. Lambert a heureusement complété, sur ce point, les travaux de l'illustre géomètre, en faisant connaître une méthode élémentaire permettant de former effectivement cette équation différentielle.

Considérant, dans un autre travail, les deux développements de la fonction perturbatrice effectués, dans le cas général, suivant les sinus et cosinus soit des multiples des anomalies excentriques, soit des multiples des anomalies vraies, M. A. Lambert a montré comment on pouvait passer d'une série à l'autre, par le moyen de certains polynomes hypergéométriques dont il a fourni l'expression asymptotique, pour les coefficients d'ordre élevé.

Esprit mathématique avisé circulant avec aisance dans les terrains réservés aux analystes les plus experts, il a encore cherché à perfectionner l'étude du mouvement des corps célestes autour de leur centre de gravité. D'après ses calculs, la solution du problème de la rotation des planètes, douées d'un aplatissement notable, se ramène aux fonctions elliptiques de seconde espèce.

En résumé, M. **A. Lambert** s'est distingué, depuis son entrée dans la carrière astronomique, non seulement comme observateur, mais aussi dans le domaine théorique des mouvements célestes.

La Commission, estimant que ses efforts méritent une récompense, propose de lui attribuer le prix Valz.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Émile Picard ; Puiseux, rapporteur.)

Le nombre des petites planètes qui circulent entre Mars et Jupiter impose une tâche extrêmement lourde aux calculateurs, et ils ne réussissent pas toujours à empêcher que ces astres, découverts au prix de longs efforts, ne soient de nouveau perdus de vue. Assez souvent les faibles traînées qui se révèlent sur les photographies célestes à longue pose peuvent être soupçonnées d'appartenir à des astres déjà signalés, mais dont il n'a pas été formé d'éphémérides assez exactes.

Il importe que ces doutes puissent être rapidement éclaircis, si l'on ne veut pas que l'observation des 800 astéroïdes déjà connus et la recherche de nouveaux membres de la famille ne soient abandonnées comme trop fertiles en déceptions. La question serait assez facilement résolue si l'on possédait pour tous ces corps des théories allant jusqu'à la limite d'exactitude des observations, comme celles que Le Verrier et Newcomb ont constituées pour les planètes principales. Mais ni les budgets ni les effectifs des observatoires ne permettent de considérer comme prochaine la réalisation d'un tel programme.

On doit donc se tourner du côté des solutions pratiques et expéditives, permettant de sauvegarder au moins ce qui est acquis. C'est à cette tâche que M. **Louis Fabry**, docteur ès sciences mathématiques, astronome-adjoint à l'Observatoire de Marseille, s'est adonné dans ces derniers temps avec un tact et une persévérance tout à fait remarquables.

Si l'on ne possède, par exemple, que deux observations récentes d'un astéroïde, comment savoir s'il n'est pas identique à un astéroïde ancien, dont il n'a été fourni que les éléments peu sûrs? Dans un article inséré au *Bulletin astronomique*, t. XXX, p. 49, M. Fabry montre qu'on doit s'attacher de préférence, pour lever le doute, à l'inclinaison de l'orbite, dont on obtient assez vite une valeur empirique et qui n'est que faiblement affectée par les perturbations.

Dispose-t-on d'un nombre d'observations un peu plus grand, de manière à pouvoir corriger une orbite provisoire? Si l'on n'est pas en mesure d'entreprendre le calcul des perturbations, les développements purement analytiques, la méthode des moindres carrés, ne sont pas à recommander,

Une solution plus simple et plus rationnelle consiste à réduire au minimum l'ensemble des écarts entre la planète et l'orbite adoptée, plutôt que l'ensemble des écarts « observation moins calcul » relatifs aux coordonnées ordinaires, M. Fabry justifie cette préférence par des considérations théoriques et par deux exemples, dans un travail figurant au *Bulletin astronomique*, t. XXXI, p. 68.

Un cas encore fréquent est celui où la planète a été observée au voisinage de plusieurs oppositions, mais chaque fois dans un arc peu étendu. Il convient alors d'avoir égard aux perturbations. Toutefois le travail nécessaire se trouve bien diminué si l'excentricité de la planète troublée est petite. Il est alors possible de réduire les perturbations en Tables par la voie des quadratures mécaniques, et les résultats obtenus pour une demi-révolution s'étendent sans peine aux révolutions suivantes. De pareilles Tables ont été calculées par M. H. Blondel sous la direction de M. Fabry, pour une distance au Soleil égale à 2,8. Une seconde application, faite à la planète Polyxo, a montré que les écarts entre les positions observées et les positions calculées restaient compris entre des limites peu gênantes pour un intervalle de onze années. La question de savoir si un pareil succès serait obtenu dans le cas d'une excentricité un peu forte demeure réservée.

Le caractère éminemment fécond et pratique de ces méthodes a bien été mis en lumière par la collaboration des Observatoires de Marseille, de Nice, d'Alger, de Heidelberg. Plus de trente planètes, dont les éphémérides avaient été calculées par M. Fabry, seul ou avec le concours de M. H. Blondel, ont été retrouvées sans difficulté au cours des années 1913 et 1914. Deux astres signalés comme nouveaux ont été reconnus identiques à des objets anciens, mais jusqu'ici insuffisamment observés. A Nice, à Alger, les indications transmises par M. Fabry comme provisoires facilitent l'exécution d'un cliché photographique, qui sert de point de départ au calcul d'une éphéméride plus précise. On doit souhaiter que cette organisation, heureusement commencée, se perpétue et se développe. Mais dès à présent la Commission, appréciant les résultats obtenus, propose à l'Académie de décerner le prix de G. de Pontécoulant à M. **Louis Fabry**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Darboux, Edmond Perrier, Prince Bonaparte; Douvillé, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **J. Couyat-Barthoux** pour ses travaux géologiques et géographiques sur les régions du Sinaï et du canal de Suez.

Depuis plusieurs années, M. Couyat-Barthoux explore la région nord-ouest de la presqu'île du Sinaï à l'est du canal de Suez et au nord de la route des pèlerins; des comptes rendus sommaires de ces explorations ont été présentés à l'Académie les 28 juillet 1913 et 12 octobre 1914.

Il y a peu d'années un explorateur allemand bien connu, le Dr Blanckenhorn, avait dressé la carte géologique de cette région qu'il indiquait comme présentant une structure tabulaire et comme constituée par le terrain crétacé supérieur et par les terrains tertiaires.

M. Couyat-Barthoux y a constaté au contraire l'existence d'un massif montagneux dont les sommets s'élèvent de 650^m à 800^m et où affleurent tous les terrains secondaires. Au point de vue géologique ce massif constitue un anticlinal en forme de dôme allongé dont le centre, au G. Moghara, est constitué par les grès du Sinaï. Tout autour affleurent successivement les divers étages du terrain jurassique et du terrain crétacé.

Le terrain jurassique et le terrain crétacé inférieur étaient totalement inconnus dans la région; leur découverte est *tout à fait inattendue*.

Pour trouver des terrains du même âge il faut aller à l'Ouest jusqu'en Tunisie et en Algérie, au Nord jusqu'au Liban, à l'Est jusqu'à la presqu'île de Cutch, dans l'Inde. Le jalon découvert nous permet de relier ensemble ces affleurements si largement séparés, et en même temps il nous fait connaître la constitution du rivage de la mer qui, à cette époque, reliait le bassin méditerranéen à la mer des Indes.

En particulier, la présence du terrain jurassique au-dessus des grès du Sinaï nous montre que ceux-ci sont principalement triasiques et permet de les paralléliser avec les grès inférieurs de Madagascar; comme ceux-ci ils se sont prolongés probablement pendant l'époque liasique.

Les terrains crétacés inférieurs découverts par M. Couyat-Barthoux sont également très intéressants et très fossilifères; ils ne sont pas représentés en Égypte et ils doivent être considérés comme le prolongement direct des terrains du même âge connus dans le Liban.

On voit toute l'importance des découvertes de M. Couyat-Barthoux; ce sont certainement les découvertes géologiques *les plus originales* et les *plus importantes* qui aient été faites depuis nombre d'années.

La Commission estime qu'elles sont tout à fait dignes du prix Tchihatchef; celui-ci était également un explorateur géologique; il a principalement exploré l'Asie Mineure dont il a dressé la carte géologique, et il se serait certainement intéressé d'une manière toute particulière à la découverte vers le Sud du prolongement des terrains qu'il avait étudiés.

En outre il y a lieu de mentionner que M. Couyat-Barthoux s'est préparé à ses travaux sur le Sinaï par plusieurs années d'études sur la géologie de la partie de l'Égypte comprise entre le Nil et la mer Rouge et il s'est particulièrement occupé du littoral de celle-ci dont la connaissance lui était nécessaire pour une expédition dans le Hedjaz qu'il préparait au moment de la déclaration de guerre.

Il a publié plusieurs Mémoires préliminaires sur la géologie de cette partie de l'Égypte dont la description fait l'objet d'un important Mémoire actuellement terminé. On lui doit notamment des observations sur l'âge du grès de Lybie, sur le porphyre rouge antique, des recherches archéologiques sur les routes suivies par les Anciens pour atteindre la mer Rouge et l'Arabie; ces derniers travaux ont été publiés dans le Recueil de l'Institut archéologique du Caire, auquel M. Couyat-Barthoux a été attaché pendant plusieurs années en qualité de géologue.

Mobilisé dès le début de la guerre, M. **Couyat-Barthoux** est, depuis le milieu de septembre 1914, prisonnier en Allemagne.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Darboux, Prince Bonaparte; Edmond Perrier, rapporteur.)

L'Académie des Sciences, pour le prix Gay à décerner en 1915, avait mis au concours l'*Étude de la répartition des végétaux en Indo-Chine*. Il est difficile de répondre d'une façon plus parfaite à ce programme que ne l'a

fait M. Lecomte. Avec la plus grande raison, et les circonstances que nous traversons sont particulièrement de nature à venir à l'appui de son opinion, M. Lecomte fait remarquer combien il est désirable qu'en France les divers corps de l'État, au lieu de s'entourer, comme il arrive trop souvent, de cloisons étanches, se renseignent sur les services qu'ils peuvent se rendre réciproquement, de manière à éviter les doubles emplois toujours coûteux, à demander aux corps compétents tout ce qu'ils peuvent donner, quitte à les perfectionner, si leur outillage et leur fonctionnement doivent être modifiés pour augmenter leur rendement ou à les aiguiller dans une direction particulière, ce qui est toujours moins coûteux et plus utile que de se lancer dans des créations nouvelles. C'est le principe qu'en Allemagne on appelle le *principe d'organisation,* et c'est à l'application rigoureuse de ce principe que les Allemands eux-mêmes attribuent la prospérité à laquelle avait atteint leur empire avant la guerre. C'est aussi le principe que la Convention a appliqué, en 1793, lorsqu'elle transforma l'ancien Jardin royal des Plantes en un Muséum national d'Histoire naturelle, chargé d'étudier et de faire connaître toutes les productions naturelles qui pourraient « contribuer aux progrès de l'Agriculture, du Commerce et des Arts ». Elle ne faisait ainsi que consacrer un rôle que la force des choses avait déjà donné à l'ancien Jardin du Roi, tel que l'avaient conçu Buffon et ses collaborateurs, et qu'il a rempli de son mieux depuis qu'il lui a été officiellement dévolu. L'énumération même adoptée par la Convention et qu'aucun texte n'est venu modifier indique l'intérêt, qu'en dehors du Ministère de l'Instruction publique, le Ministère de l'Agriculture, du Commerce et surtout celui des Colonies auraient, dans une organisation administrative rationnelle et économique, à s'appuyer sur un tel établissement et à contribuer, chacun en ce qui le concerne, à développer ses services, d'autant plus que 300 ans d'existence et d'incessant travail d'hommes dont beaucoup ont été des hommes de génie y a accumulé des documents qu'on ne saurait trouver ailleurs. M. Lecomte a fait lui-même, ce qui est la meilleure manière d'opérer, la démonstration expérimentale de la justesse de ces vues. Nous avons un empire colonial qui comprend l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, l'Afrique occidentale, l'Afrique équatoriale, l'île de Madagascar, l'île de la Réunion, la Martinique, la Guadeloupe, la Guyane, l'île de Tahiti, la Nouvelle-Calédonie, etc. Ce vaste domaine, en dehors des mines, peut être considéré comme capable de fournir à la métropole, soit spontanément, soit par l'élevage ou la culture, toutes les productions naturelles, animales ou végétales, dont elle peut avoir besoin et les

ressources qu'on peut en tirer sont loin d'être encore entièrement connues. L'étude méthodique et complète de toutes leurs richesses, dont un grand nombre sont certainement insoupçonnées et peuvent même être cachées dans des plantes ou des animaux encore incomplètement étudiés, ne peut être que l'œuvre de naturalistes spécialement compétents, ayant à leur disposition des collections aussi complètes que possible, et d'établissements qui possèdent, outre des collections, des laboratoires propres à faire toutes les expériences que peut susciter l'étude de la vie, ou même des forces naturelles. Le Muséum national d'Histoire naturelle a été organisé dans ce but, et c'est ainsi qu'a été révélée par les recherches des trois Becquerel sur les minéraux cette force nouvelle, la radioactivité, qui a changé toutes nos idées sur la nature de la matière et celle des atomes.

C'est en s'inspirant de ces idées générales que M. Lecomte s'est proposé de faire l'inventaire exact et complet des productions végétales spontanées de nos colonies, productions qui déjà, en 1898, donnaient lieu à des exportations s'élevant au chiffre de 126815000^{fr} contre 17488000^{fr} pour l'ensemble des autres productions. M. Lecomte s'est attaqué d'abord à l'Indo-Chine dont les exportations s'élevaient en 1898 à 10 millions. Dans cette direction, les efforts isolés ou incoordonnés sont voués à un avortement certain. Il est impossible à un homme de réunir et d'étudier, quelles que soient sa vaillance et son expérience, la flore d'une région aussi vaste que l'Indo-Chine; il est nécessaire de faire appel, pour cela, au concours de nombreux collaborateurs, entre lesquels le travail doit être méthodiquement réparti, les uns recueillant sur place les matériaux, les autres les étudiant au laboratoire. Un homme, M. L. Pierre, l'avait essayé pour la flore forestière, c'est-à-dire pour les arbres de la Cochinchine; il y a consacré 30 ans de sa vie, a publié 400 planches in-folio, et n'a réussi à faire connaître que le tiers environ des arbres qu'il avait à décrire.

M. Lecomte a su organiser les choses tout autrement; il s'est proposé de publier un Ouvrage de format modeste, in-8°, pourvu de clefs analytiques permettant d'arriver au nom des plantes facilement, sans avoir besoin de luxueuses figures; il s'est assuré la collaboration de botanistes de carrière entre lesquels il a partagé le travail; mais bien plus, voulant connaître par lui-même les régions les moins explorées parmi celles dont il avait à faire connaître la flore, il a entrepris, accompagné par un éminent botaniste, M. Achille Finet, mort depuis, de les visiter en détail, en botaniste herborisant. Il a visité successivement le Tonkin, le sud et le centre de l'Annam, la Cochinchine et le Cambodge recueillant partout les informations les plus

précises non seulement sur la flore, mais sur les industries souvent fort intéressantes auxquelles les productions végétales ont donné naissance; telles l'utilisation des Æischynourènes pour la fabrication, en guise de moelle de sureau, des casques coloniaux, ou des pétales d'*Eichhornix crassipes*, la perte des eaux à la fabrication des sacs de riz. Dans ce long et fructueux voyage, M. Lecomte a réuni et a complété les matériaux nombreux déjà réunis dans les collections du Muséum. Plus de 2000 plantes ont été rapportées de ce voyage. Il n'a pas manqué d'ailleurs de former sur place des correspondants qui se font un honneur de compléter ses séries.

Ainsi outillé, M. Lecomte a pu commencer et acheminer vers une conclusion rapide la flore de l'Indo-Chine dont un Volume a déjà paru et dont les autres sont amorcés. L'œuvre qu'il a entreprise était appréciée à ce point que M. Achille Finet, mort récemment, a légué au service de M. Lecomte une somme de 600000fr, pour en assurer l'achèvement. La flore de l'Indo-Chine comprendra sept Volumes tous amorcés; l'un d'eux, de 1670 pages, est déjà complet. Pour son compte personnel M. Lecomte y a décrit 19 familles, sans compter les publications qu'il a faites dans les *Nouvelles Archives du Muséum*.

A cette publication, M. Lecomte a ajouté un recueil périodique les *Notulæ systematicæ* où sont décrites, à mesure qu'elles sont caractérisées, les espèces nouvellement découvertes. Il n'est pas douteux que cette belle œuvre destinée à nous faire connaître le contenu d'herbiers sans rivaux soit menée à bonne fin. Elle mérite toutes les récompenses de l'Académie.

L'Académie approuve les conclusions de ce rapport et décerne le prix Gay à M. **Henri Lecomte**, professeur de Botanique au Muséum d'Histoire naturelle.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille, Lallemand, Lecornu ; Bertin, rapporteur.)

Les sections de Mécanique, de Géographie et de Navigation proposent de répartir le prix extraordinaire de la Marine de la manière suivante :

1° 3000^{fr} à M. le lieutenant de vaisseau, **Maurice Marchand**, pour son Mémoire intitulé : *La protection du sous-marin contre les mines ;*

2° 1500^{fr} à M. le lieutenant de vaisseau **Jean Lorfèvre**, pour son Ouvrage intitulé : *La pratique des moteurs Diesel : description, conduite, incidents de marche ;*

3° 1500^{fr} à MM. **Louis Jauch**, mécanicien principal de 1re classe de la Marine, et **Auguste Masméjean**, officier d'ordonnance du Ministre de la Marine, pour leur *Cours de machines marines.*

Le plus original parmi les travaux présentés pour concourir au prix extraordinaire de 6000^{fr} offert par le Ministre de la Marine, celui qui répond le plus exactement au problème de l'accroissement de l'efficacité de nos forces navales, est le Mémoire de M. le lieutenant de vaisseau Maurice Marchand : « La protection du sous-marin contre les mines ».

C'est une étude extrêmement minutieuse et pénétrante d'une disposition très simple en elle-même, dont toute la valeur réside dans le soin apporté à son application.

Le travail de M. Marchand remonte au printemps 1914. La première application a été faite avec succès en mars et avril sur le *Rubis*. Les circonstances ayant appelé l'attention et donné une grande importance à la protection des sous-marins contre les mines, une dépêche ministérielle du 27 octobre a recommandé l'adoption sur tous les sous-marins des dispositions adoptées sur le *Rubis*.

La présentation du Mémoire à l'Académie n'a pu se faire en 1914, en raison du service de guerre, qui a placé M. Marchand à la tête d'une compagnie de fusiliers marins à Dixmude et à Nieuport, du mois d'août 1914 au mois de mars 1915.

La Commission propose M. **M. Marchand** pour un prix de *trois mille francs*.

L'Ouvrage de M. le lieutenant de vaisseau Jean Lorfèvre, intitulé : « La pratique des moteurs Diesel, description, conduite, incidents de marche » est accompagné d'un supplément inédit intitulé : « Avaries les plus fréquentes des moteurs Diesel type *Brumaire* et moyens les plus propres à les éviter ou à les combattre. »

L'ensemble de ces deux travaux rendra les plus grands services au personnel mécanicien chargé de conduire ces appareils délicats.

La marine française qui, devançant toutes les autres, a tenté, dès 1901, d'établir le moteur Diesel sur un sous-marin, a rencontré jusqu'à ces derniers temps de très grandes difficultés à en faire bon usage. Un Mémoire couronné l'an dernier a déjà apporté quelque lumière sur l'origine de la plupart des avaries, ou, du moins, des plus graves d'entre elles. Le travail de M. Lorfèvre, fruit d'une étude minutieuse accomplie au cours d'un embarquement sur le *Pluviose*, porte sur tous les organes, fixes ou mobiles, sur leur disposition, leur fonctionnement, la fatigue à laquelle ils sont soumis et les soins qu'ils exigent.

La Commission propose d'attribuer à M. **Jean Lorfèvre** un prix de *quinze cents francs*.

Le Cours de machines marines de MM. L. Jauch et A. Masméjean a une valeur principalement didactique, toutefois avec des développements originaux.

Il est très complet en ce qui concerne les chaudières marines et les machines alternatives, pour lesquelles les auteurs ont utilisé le bénéfice de leur pratique personnelle. L'étude des turbines à vapeur est faite avec soin et bien présentée; celle des moteurs à combustion interne plus sommaire est exacte et s'applique aux appareils terrestres autant qu'aux appareils marins.

L'Ouvrage de MM. Jauch et Masméjean est de nature à rendre de grands services au personnel des mécaniciens de la flotte et peut être consulté avec fruit par les constructeurs.

La Commission propose d'attribuer à MM. **Jauch** et **Masméjean** un prix de *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille, Lallemand, Lecornu.)

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, Branly, N..., Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Villard, rapporteur.)

Les recherches théoriques et expérimentales de M. **Michael-Idvorsky Pupin** ont grandement contribué aux progrès accomplis depuis une vingtaine d'années dans le domaine de l'Électricité appliquée. Ses études sur la résonance électrique et l'accord des circuits ont rendu d'importants services à la télégraphie avec et sans fil; sa méthode, remarquablement élégante, d'analyse des courants alternatifs est aujourd'hui classique : rappelons que, fondée sur l'emploi de la résonance, elle donne en quelques instants les 15 ou 20 premiers termes de la série de Fourier au moyen de laquelle on peut représenter un courant périodique quelconque et fournit ainsi des indications précieuses pour le perfectionnement des alternateurs.

Dans un ordre d'idées voisin, M. Pupin a traité avec beaucoup de maîtrise le problème de la propagation des ondes électriques à basse fréquence le long des conducteurs et, en particulier, le long des conducteurs non uniformes. C'est là une question intéressant au plus haut degré la télégraphie et la téléphonie qui utilisent des lignes non seulement très

longues, mais souvent composées de parties très dissemblables, les unes aériennes, les autres souterraines ou sous-marines. Au cours de ces recherches, M. Pupin a démontré théoriquement qu'il est très avantageux d'introduire dans les lignes téléphoniques une forte inductance convenablement répartie, et que la transmission de la parole est grandement améliorée si l'on intercale dans la ligne, de distance en distance, des bobines inductives; leur nombre doit être suffisant pour qu'il y en ait plusieurs dans la plus courte des longueurs d'ondes à transmettre. L'expérience a entièrement confirmé ces résultats analytiques : nombre de lignes téléphoniques sont actuellement pourvues de ces bobines et l'expression de « lignes pupinisées » fait aujourd'hni partie du langage technique courant.

En présence de la haute valeur et de l'importance pratique considérable de ces travaux, la Commission a été unanime à proposer à l'Académie de décerner le prix Hébert à M. **Michael-Idvorsky Pupin**, membre de l'Académie nationale des Sciences de Washington, professeur d'Électromécanique à l'Université Columbia.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Villard, Branly, N..., Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Bouty, rapporteur.)

Votre Commission propose de décerner le prix Hughes à M. **R. Marcelin**, jeune physicien du plus grand mérite, tué à l'ennemi, près de Verdun, en septembre 1914.

En dehors de quelques travaux, d'ailleurs fort originaux, sur la structure des cristaux en lames très minces, mais que l'auteur n'a malheureusement pu terminer, M. R. Marcelin s'est signalé à l'attention du monde savant par un très important Mémoire théorique et expérimental, ayant pour titre : *Contribution à l'étude de la cinétique physico-chimique*.

Dans la partie théorique de ce Mémoire, après avoir établi que si les deux principes de la thermodynamique peuvent servir pour la construction d'une statique, on ne saurait les utiliser pour édifier une dynamique physico-chimique, M. Marcelin cherche à prolonger la thermodynamique de manière à lui faire atteindre ce dernier objet. A cet effet, après avoir dressé la liste des formules qui traduisent les résultats expérimentaux de

la dynamique physico-chimique, il montre qu'on peut les réunir en une seule en mettant en évidence la grandeur que Gibbs a nommée *affinité*. Il établit ainsi, en dehors de toute théorie, une formule qui a l'avantage de synthétiser nos connaissances relatives aux vitesses de diffusion, de cristallisation, d'évaporation, de dissolution, de réaction chimique, etc.

Il reste à assigner à cette formule une interprétation théorique. M. Marcelin y parvient d'une manière très élégante. Il retrouve, en effet, la même formule comme une conséquence de la doctrine de l'équipartition, dans la théorie cinétique. On peut dire que, par là, M. Marcelin a ouvert une voie entre deux disciplines jusqu'ici indépendantes, la thermodynamique pure qui ne reconnaît que ses deux principes, la théorie cinétique qui les ignore et prétend tout ramener aux lois du mouvement.

La partie expérimentale du Mémoire de M. Marcelin n'est pas moins remarquable. Elle a pour objet d'étudier l'évaporation d'un liquide ou d'un solide en présence de sa seule vapeur, en vue de vérifications expérimentales de la théorie précédente.

La vitesse d'évaporation doit être considérée comme la différence de deux vitesses de transformation inverses : celle du liquide en vapeur, celle de la vapeur en liquide et, jusqu'ici, nous n'avons sur ces vitesses aucune espèce d'indication.

M. Marcelin fait observer qu'il est possible, grâce à la théorie cinétique, de trouver une limite supérieure de la seconde de ces vitesses. Il suffit de supposer que toute molécule de vapeur qui, amenée par le mouvement d'agitation moléculaire, se présente à la surface de séparation du liquide et de la vapeur, est absorbée par le liquide. Le nombre qu'on trouve ainsi est extrêmement grand par rapport à toutes les vitesses d'évaporation mesurées jusqu'à ce jour.

Il faut écarter d'abord toute mesure d'évaporation en présence d'un gaz étranger. Il se forme alors à la surface d'évaporation une couche saturée de vapeur, et, ce qui règle ultérieurement la vitesse d'évaporation apparente, c'est uniquement la diffusion.

Si l'évaporation se fait en présence de la vapeur seule, l'expérience fournit des nombres très différents suivant le diamètre des tubes où se produit l'évaporation. L'afflux de la chaleur à travers les parois du tube est habituellement beaucoup trop lent pour permettre à la surface d'évaporation de conserver la température du bain extérieur. Cette surface descend donc à une température telle qu'il y ait sensiblement équilibre entre la vapeur à sa pression actuelle et le liquide. On se rend ainsi un compte exact de toutes les difficultés d'une expérience correcte.

On ne peut espérer obtenir de résultats dignes de confiance qu'en étudiant les vitesses d'évaporation des liquides ou des solides dans des tubes très étroits et dans des limites de température telles que la pression maximum ne dépasse guère 1^{mm} de mercure.

Dans ces conditions, M. Marcelin établit, par la comparaison des vitesses maxima théoriques et des vitesses réelles, que toutes les molécules venant frapper la surface évaporante sont loin d'être absorbées. La proportion des molécules *actives* est d'autant moindre que la température est plus basse. Le rapport le plus élevé que M. **Marcelin** ait pu observer ne dépasse pas $\frac{1}{5}$.

Des résultats si originaux, si inattendus, établis avec une parfaite rigueur, ont paru à votre Commission bien suffisants pour justifier l'attribution du prix Hughes à l'auteur du Mémoire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX H. DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Bouty, Villard, Branly, N..., Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Violle, rapporteur.)

Votre Commission vous propose à l'unanimité de décerner le prix Henri de Parville à M. **Jean Blein**, professeur de Physique au Lycée Louis-le-Grand, tombé glorieusement à l'ennemi le 11 novembre dernier, près de Westende, en remplissant les périlleuses fonctions d'officier-mitrailleur. Entré le premier à l'École Normale, où il resta comme agrégé-préparateur, il y entreprit sur la thermodynamique des gaz de très intéressantes recherches, malheureusement interrompues par une longue maladie. On lui doit aussi une étude des détecteurs pour la télégraphie sans fil, en particulier du détecteur zincite-mercure. Très au courant des travaux faits à l'étranger comme en France, il a publié dans l'Encyclopédie du Dr Toulouse une « Optique géométrique » où les conceptions et les méthodes modernes sont exposées avec une compétence et un talent remarquables. Mais c'est surtout comme professeur qu'il s'est montré hors de pair. Sa mort prématurée laisse un vide cruel parmi les professeurs de physique des Lycées de Paris, qui le tenaient en haute estime et en particulière affection. Il était l'un des membres les plus actifs de l'Union des Physiciens qui, sur l'initiative de M. Buguet, s'est constituée à l'effet de développer, par le concours de tous, les meilleures méthodes pour enseigner

la Physique et spécialement pour donner aux manipulations le développement le plus efficace. L'ancien agrégé-préparateur apportait là une science rare et cette ardeur raisonnée qu'il mettait à accomplir toutes ses tâches et qu'il a montrée superbement dans l'œuvre dernière où il s'est sacrifié pour la patrie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Bouty, Branly, N..., Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Villard, rapporteur.)

Mobilisé le 2 août 1914, comme lieutenant de réserve, **Marcel Moulin** a été tué d'une balle au cœur à la bataille de la Marne, le 6 septembre, à Barcy.

Marcel Moulin s'était en peu d'années acquis dans le monde des physiciens une réputation amplement justifiée par le nombre et l'importance de ses travaux, presque tous relatifs aux plus intéressantes questions de la Physique moderne : rayons positifs du radium, ionisation, rayons de Goldstein, charge atomique, rayonnement des corps noirs, duquel on sait aujourd'hui déduire la charge de l'électron, éclat du soleil, bleu du ciel et constante des gaz, égaliseurs de potentiel, théorie des électromètres.

Doué d'un remarquable sens de l'invention, Marcel Moulin avait, au cours de ses recherches, créé plusieurs instruments, pour la plupart de haute précision, spectrophotomètre pour l'étude du bleu du ciel, enregistreur des ions de l'atmosphère, condensateurs étalons ; tous les physiciens connaissent son excellent électromètre et sa pompe à mercure.

Nommé, en 1910, professeur à la Faculté de Besançon, Moulin avait créé l'Institut de Chronométrie et depuis cette date s'était consacré à la science de la mesure du temps, au progrès de laquelle il a contribué par de nombreuses recherches sur la construction des chronomètres.

L'Académie avait déjà distingué les travaux de Moulin et lui avait accordé une subvention sur le Fonds Bonaparte.

En décernant, à l'unanimité, le prix Gaston Planté à **Marcel Moulin**, la Commission a voulu couronner la carrière trop tôt brisée et honorer la mémoire d'un jeune savant mort pour la France.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Villard, Branly, N..., Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Bouty, rapporteur.)

M. **Maurice de Broglie**, lieutenant de vaisseau, secrétaire général de la Société française de Physique, s'est fait connaître de l'Académie par de nombreuses Notes insérées aux *Comptes rendus* et relatives à l'étude des gaz ionisés, au mouvement brownien, enfin à la diffraction des rayons X. Toutes les recherches qu'il y résume se distinguent également par l'ingéniosité et la simplicité des moyens mis en œuvre, ainsi que par l'importance des résultats obtenus.

Ne pouvant, dans les limites de ce rapport, passer en revue tous ces travaux, nous nous bornerons à analyser très sommairement les plus récents, ceux qui se rapportent à la diffraction des rayons X.

On sait que jusqu'à ces dernières années tous les efforts tentés pour faire réfléchir, réfracter, diffracter les rayons X avaient été infructueux. On n'avait jamais pu manifester leurs interférences et, malgré certaines analogies portant à les considérer comme des rayons de très courte longueur d'onde, il avait été impossible de prouver leur nature vibratoire.

En recevant un pinceau de rayons X sur une face d'un cristal tel que blende, fluorine, sel gemme, magnétite, MM. Friedrich, Knipping et Laue obtinrent des photographies dont l'aspect général rappelle celui des images de diffraction produites par deux réseaux croisés, ou, si l'on préfère, par une série d'ouvertures en losange, régulièrement distribuées. On était donc amené à conclure que ces images, obtenues par transmission ou par réflexion, étaient dues à un phénomène de diffraction opéré sur le réseau cristallin lui-même, dont les mailles se trouvent assez serrées pour être en rapport avec l'extrême petitesse des longueurs d'onde qu'il s'agit de mettre en évidence. Elles ne dépassent pas le centième de la longueur d'onde des rayons ultraviolets extrêmes.

Aussitôt que ces résultats sont connus en France, M. de Broglie se met à l'œuvre. Il arrive promptement à reproduire les expériences des savants allemands et à en étendre les résultats.

Mais bientôt M. de Broglie trouve une méthode d'expérimentation beaucoup plus simple. Elle consiste à faire tomber les rayons de Röntgen

sur un cristal monté sur un axe parallèle à la fente d'émission et qui tourne d'un mouvement très régulier et très lent, grâce à un mouvement d'horlogerie. Ainsi le cristal se présente successivement dans tous les azimuts par rapport au faisceau incident. Quand l'incidence atteint la valeur convenable pour donner naissance à un maximum lumineux, on obtient aussi un maximum d'impression sur la plaque photographique. Il se produit ainsi un véritable spectre de diffraction, caractéristique des rayons X employés et par conséquent de l'anticathode d'où ils émanent. On remarque en général dans ce spectre d'abord deux bandes qui varient assez peu d'un spectre à l'autre, puis des raies fines nettement caractéristiques des divers métaux. M. de Broglie a été le premier à obtenir ces spectres.

On peut aussi, comme l'ont montré MM. de Broglie et Lindemann, substituer à l'emploi de la photographie, l'observation fluoroscopique des spectres.

Enfin M. de Broglie a eu l'idée très heureuse d'employer non le faisceau direct de rayons de Röntgen tel qu'il émane du tube d'émission, mais le faisceau secondaire développé quand ces rayons sont reçus sur une surface métallique. Le spectre qu'on obtient alors n'est plus caractéristique de l'anticathode, mais bien du métal qui émet les rayons secondaires. On a ainsi la facilité d'opérer sur des corps qu'on ne peut soumettre à des manipulations compliquées, ou qu'on ne possède qu'en quantité extrêmement petite. M. de Broglie a pu de cette manière étudier le spectre du germanium et celui du gallium.

En collaboration avec M. Lindemann, le même auteur a encore apporté une importante simplification à ses méthodes. Au cristal tournant, il substitue une feuille de mica enroulée sur un cylindre fixe, dont les génératrices sont parallèles à la fente d'émission. Ainsi le pinceau incident rencontre les diverses génératrices du cylindre sous des angles différents, dont certains correspondent aux maxima lumineux de diffraction. Le spectre entier s'imprime donc d'un seul coup. Il en résulte une énorme économie de temps, qui permet de multiplier beaucoup les mesures.

Par l'emploi de ces diverses méthodes originales, M. de Broglie a pu étudier de nombreux spectres. Il a reconnu que le spectre d'un élément dépend peu des autres éléments auxquels il peut être combiné ou associé. Cependant on n'obtient de spectres bien caractéristiques que pour les éléments dont le poids atomique n'est pas trop petit.

Sans insister davantage, on se rendra bien compte par ce qui précède de la valeur des travaux de M. **Maurice de Broglie**, auquel la Commission propose de décerner le prix Pierson-Perrin.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing père, Carnot; Maquenne, rapporteur.)

M. **Gabriel Bertrand**, professeur à la Sorbonne et à l'Institut Pasteur, a déjà été récompensé d'une partie du prix Jecker en l'année 1898; aussi ne reviendrons-nous pas sur les travaux qui ont été l'objet de cette première distinction.

Depuis cette époque, l'activité de M. Bertrand ne s'est pas ralentie. Ayant remarqué que sous l'action de la bactérie du sorbose certains polyalcools sont oxydés, tandis que d'autres ne le sont pas, il fit voir que cette oxydation est sous la dépendance de la configuration stéréochimique de l'alcool employé, que l'attaque ne porte jamais que sur le second terme de la chaîne, donnant ainsi naissance à un sucre α-cétonique, et qu'elle n'a lieu que si l'oxhydryle, qui occupe cette position, se trouve au voisinage d'un autre oxhydryle secondaire. C'est encore aujourd'hui la seule loi précise qui ait été formulée relativement aux rapports qui existent entre l'activité microbienne et la structure intime des corps sur lesquels cette activité s'exerce.

Les cétoses fournissant à l'hydrogénation deux polyalcools stéréoisomères, il y avait là un moyen nouveau d'isomériser les sucres non réducteurs; M. G. Bertrand n'a pas manqué d'y recourir, et c'est ainsi qu'en partant de la sorbite il a pu préparer artificiellement la sorbiérite ou idite qui, comme on le sait, accompagne la sorbite chez les rosacées. Par un procédé analogue il a pu transformer l'érythrite ordinaire, inactive par

nature, en un cétoérythrose qui, par réduction, lui a fourni une érythrite active, l'autre composant ayant été détruit par le microorganisme comme il arrive dans l'action du *Penicillium glaucum* sur l'acide racémique. La comparaison de ce nouveau corps avec l'érythrite gauche, que l'auteur de ce rapport venait à la même époque de préparer par voie purement chimique, a montré qu'il s'agissait de l'érythrite droite; du mélange de ces deux antipodes est résultée l'érythrite racémique, identique en tous points à celle que M. Griner avait auparavant préparée par synthèse en partant du butadiène, mais qui jusqu'alors n'avait pu être dédoublée.

La glycérine, dans les mêmes conditions, lui a fourni la dioxyacétone, et la perséite un nouveau sucre acétonique, le perséulose.

Avec la collaboration de M. Weisweiller il a pu retirer d'une espèce de vesce sauvage un glucoside cyanhydrique particulier, la vicianine, qui, par hydrolyse diastasique, lui a donné le vicianose, polyose remarquable en ce qu'il se dédouble par hydrolyse acide en glucose et arabinose, donnant ainsi le premier exemple d'un sucre résultant de la condensation d'un hexose avec un pentose.

Avec M. Bruneau il parvient à faire cristalliser la talite; enfin, s'appuyant sur d'anciennes indications de Mohr, il arrive à mettre au point une méthode de dosage des sucres réducteurs qui, très employée aujourd'hui, compte parmi les plus simples et les plus exactes.

L'étude des sucres devait l'entraîner à faire aussi celle des diastases; aussi voyons-nous M. Bertrand porter son attention sur les oxydases, la sucrase, l'émulsine, la cellase, etc. et poser en principe que toute action diastasique, pour atteindre à la plénitude de son efficacité, nécessite l'intervention d'au moins deux agents distincts : une substance *active*, qui est le plus souvent minérale, et une *complémentaire activante*, presque toujours de nature colloïdale, qui, elle, est extraordinairement sensible aux influences extérieures et donne aux diastases leur caractère bien connu d'instabilité.

C'est ainsi que M. Bertrand avait reconnu, au cours de ses recherches sur la laccase, que cet enzyme ne fonctionne bien que lorsqu'il renferme une trace de manganèse. Cette observation fut pour lui le point de départ d'une longue suite de travaux, auxquels il fit également participer ses élèves, et ayant pour but de reconnaître l'influence qu'exercent sur le développement des plantes des traces d'éléments accessoires que, faute de définition plus précise, il appelle *catalytiques*.

Le manganèse, dont l'action favorable avait déjà été entrevue par les physiologistes japonais, l'occupe d'abord. Il montre que la présence de ce

métal dans la solution nourricière est aussi indispensable à l'évolution de l'*Aspergillus niger* que le fer ou le zinc, qu'il favorise enfin celle de tous les végétaux, lorsque ceux-ci croissent dans un milieu qui en est exempt.

Le zinc, dont Raulin avait déjà reconnu l'influence sur l'*Aspergillus*, le bore lui-même agissent de la même manière, mais il faut les employer à dose infinitésimale; M. Bertrand est alors conduit, pour les reconnaître et les doser, à perfectionner les méthodes d'analyse en usage et à en créer de nouvelles plus sensibles. Entre temps il reconnaît, ainsi que l'avait déjà dit antérieurement notre savant confrère M. A. Gautier, que l'arsenic entre dans la composition de toutes les parties de l'organisme animal; enfin il constate que certains corps, comme le cuivre et l'argent, n'exercent jamais d'influence accélérante sur la végétation, ce qui écarte l'idée que l'effet de ces infiniment petits minéraux est la conséquence immédiate d'une excitation.

Ces résultats, aussi curieux qu'inattendus, ont vivement attiré l'attention, aussi bien à l'étranger qu'en France, et c'est à eux qu'il faut faire remonter l'origine des recherches effectuées dans le même sens sur l'aluminium, le plomb et l'uranium, par M. Stoklasa, de Prague.

Il y a là un vaste champ à parcourir, dont M. Bertrand a été le plus actif explorateur, et dont la fécondité est assurée par l'intérêt qui s'attache aux résultats déjà obtenus dans ses voies.

C'est l'ensemble de ces travaux, joints à ceux qui ont déjà fait l'objet du rapport de notre regretté confrère M. Moissan, il y a 17 ans, travaux tous remarquables autant par leur exactitude que par la netteté de leurs conclusions, que la Commission a voulu récompenser en attribuant à M. **Gabriel Bertrand** le prix Jecker pour 1915.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Viguier**, jeune chimiste de la Faculté des Sciences de Montpellier, mort au champ d'honneur.

M. **Paul Viguier** a soutenu, en 1912, à la Sorbonne, une très intéressante

thèse de doctorat ès sciences intitulée : *Recherches sur l'aldéhyde tétrolique et quelques-uns de ses dérivés*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Moureu, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

1° Un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **André Kling** ;
2° Une mention honorable de *quinze cents francs* à M. **Daniel Florentin** ;
3° Une mention honorable de *mille francs* à M. **René Schmutz.**

1. Ancien élève et ancien sous-chef des travaux pratiques d'analyse à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, docteur ès sciences physiques, M. **Kling** est, depuis quelques années, directeur du Laboratoire municipal de Paris.

Ses fonctions l'ont naturellement amené à s'occuper, d'une manière toute spéciale, de problèmes relatifs à l'hygiène industrielle et à l'hygiène publique. Il a ainsi exécuté toute une série de travaux ayant trait : les uns à l'examen de matières alimentaires et à la recherche de leurs falsifications; d'autres aux conditions d'hygiène ou de sécurité du personnel et du public dans les services de transport en commun ou dans les théâtres; d'autres encore à la diminution des risques inhérents au maniement des engins explosifs; d'autres, enfin, à l'identification des substances asphyxiantes ou lacrymogènes lancées sur nos troupes par l'ennemi et aux moyens de protection à leur opposer.

Au cours de ces différentes études, M. Kling, sans parler du côté purement administratif, où des innovations fort heureuses ont été faites, comme la fondation de petites succursales du Laboratoire municipal dans divers quartiers de Paris, pour des essais rapides de denrées alimentaires, a eu le mérite d'établir quelques méthodes de travail nouvelles, qui ont déjà fait leurs preuves dans la pratique courante. Je rappellerai, notamment, le procédé de dosage de l'acide tartrique dans les vins à l'état de racémate de calcium, par l'emploi d'acide tartrique lévogyre, qui donne le racémique par son union avec l'acide naturel. Je mentionnerai encore l'utilisation très

heureuse que M. Kling a faite d'une réfrigération intense pour diminuer la sensibilité des explosifs.

Ces recherches, qui ne représentent d'ailleurs qu'une partie de la production scientifique de M. **Kling**, justifient pleinement l'attribution du prix proposé par la Commission.

2. M. Kling a su s'entourer, pour mener à bien les études que ses fonctions officielles l'ont conduit à entreprendre, de collaborateurs aussi distingués que dévoués à la chose publique.

M. **Florentin** lui a prêté un concours particulièrement habile pour les questions suivantes : ignifugeage des décors de théâtres; enlèvement et désamorçage des engins trouvés sur la voie publique ou sur le front des armées; enlèvement, désamorçage et examen des bombes d'avions ou de zeppelins; étude chimique des substances nocives employées par l'ennemi.

Un autre jeune chimiste, M. **Schmutz**, est pour M. Kling un collaborateur précieux, tout particulièrement dans l'étude des mêmes produits nocifs et des moyens de s'en défendre.

Il nous a paru que l'Académie devait reconnaître les services éclairés rendus par MM. **Florentin** et **Schmutz** en décernant au premier une mention honorable de *quinze cents francs*, et au second une mention honorable de *mille francs*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX HOUZEAU.

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing père, Carnot, Maquenne; Le Chatelier rapporteur.)

Depuis sa sortie de l'École Normale, M. **Paul Pascal** a fait preuve d'une activité scientifique incessante, dirigeant également ses études vers la Chimie minérale et vers la Chimie organique. Il a débuté par une thèse de doctorat très remarquée, certainement l'une des meilleures qui aient été soutenues depuis longtemps devant la Faculté des Sciences de Paris. Dans ce premier travail il a réussi, grâce à l'emploi de mesures de susceptibilité magnétique, à jeter un jour tout nouveau sur la constitution des phosphates ferriques; il a généralisé ensuite l'application de cette nouvelle méthode aux complexes uraniques, puis à un grand nombre de familles de la Chimie organique. La plupart de ces recherches ont été poursuivies au lycée de Douai, dans un laboratoire à peu près dépourvu de tout moyen de travail.

Chargé ultérieurement de conférences de Chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Lille, il orienta une partie de ses travaux vers les problèmes de Science industrielle : Étude thermique et densimétrique des bains employés dans la fabrication de l'aluminium; détermination de la densité des métaux fondus aux températures élevées. Mais il n'abandonna pas pour cela la science pure. Ses recherches sur la préparation des organo-métalliques dans la série du naphtalène et analogues, sur le passage par pyrogénation des aldazines benzéniques aux composés stilbéniques, sur le parallélisme des propriétés optiques et du diamagnétisme se rattachent à des préoccupations d'ordre exclusivement théorique, peut-être même trop théorique.

Parmi les jeunes chimistes, M. Pascal est certainement l'un de ceux dont l'avenir scientifique s'annonce comme devant être le plus brillant; aussi votre Section de Chimie, ayant cette année pour la première fois à décerner le prix Houzeau, vous propose-t-elle à l'unanimité de l'attribuer à M. **Pascal.**

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, N..., Depéret, Gosselet; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Delesse à M. **Albert de Romeu**, chargé de cours de Minéralogie et de Géologie à l'École centrale, qui, il y a peu de temps encore, était chef de travaux de Minéralogie au Laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle.

M. de Romeu est l'auteur d'intéressantes recherches sur les roches filoniennes non granitiques des Pyrénées centrales.

Depuis plusieurs années, il s'était spécialisé dans l'étude des gîtes métallifères, à laquelle il appliquait les délicates méthodes de la pétrographie

microscopique. Dans ce but, après avoir visité un très grand nombre de gisements français, il avait entrepris deux voyages d'exploration dans l'extrême nord du Canada; à trois reprises, il avait parcouru et étudié en détail le bassin cuprifère du Niari, dans le Congo français.

Une mort glorieuse vient d'interrompre brusquement ces travaux qui s'annonçaient brillants et féconds; il est tombé, le 12 janvier dernier, au combat de Bucy-le-Long.

Mobilisé dès le début de la guerre en qualité d'officier d'artillerie, M. de Romeu n'avait pas voulu rester dans le parc d'arrière auquel il avait été affecté. Il avait sollicité et obtenu un poste de combat, dans lequel il s'est conduit avec un grand courage, ainsi qu'en témoigne la citation à l'ordre du jour de l'armée, dont il a été l'objet.

« De Romeu, lieutenant de réserve au 5e régiment d'artillerie lourde, étant adjoint au commandant du groupe, a pris volontairement la place du sous-lieutenant Hervé, qui venait d'être tué à son poste de combat. A rempli les fonctions de lieutenant de tir pendant deux jours, sous un feu intense, et est tombé à son tour au même endroit que son prédécesseur, donnant ainsi à ses hommes le plus bel exemple de courage et de dévouement à la Patrie. »

C'est une nouvelle citation à l'ordre du jour que fera l'Académie en accordant le prix Delesse à M. **Albert de Romeu**. Elle témoignera ainsi toute son estime, à la fois pour ses qualités d'homme de science et pour ses qualités d'homme de devoir.

La Commission propose en outre de décerner un encouragement, d'une valeur de *mille francs*, à M. **A. Laville**, préparateur de Paléontologie à l'École des Mines, pour ses recherches sur les vertébrés fossiles du gypse parisien et du sannoisien des environs de Paris.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, N..., Depéret, Gosselet; A. Lacroix, rapporteur.)

En choisissant M. **René Tronquoy** comme lauréat du prix Joseph Labbé, la Commission éprouve l'angoissante crainte que cette distinction soit une couronne déposée sur une tombe.

M. Tronquoy a disparu le 20 février au cours d'un combat aux Éparges. Mobilisé dès le premier jour de la guerre en qualité de lieutenant au 67e régiment d'infanterie, il avait dû à sa bravoure d'être bientôt cité à l'ordre du jour de sa brigade et proposé pour la croix de la Légion d'honneur. Il a apporté à la défense de la Patrie ces belles qualités d'intelligence et d'entrain qu'il mettait dans ses recherches scientifiques et qui, de longue date, lui avaient valu l'estime et aussi l'affection de ses maîtres de la Sorbonne, où il était préparateur de Minéralogie, et du Muséum, où il remplissait les fonctions de chef de travaux du laboratoire colonial.

Son œuvre principale est une étude très fouillée, intitulée : *Contribution à l'étude des gîtes d'étain*. Il s'était donné pour tâche d'étudier d'une façon complète, en y appliquant en particulier toutes les ressources de la pétrographie moderne, le gisement célèbre de la Villeder dans le Morbihan. Le point saillant de son travail a été de montrer que, sous l'influence du remplissage des filons, le granite voisin a été parcouru par des solutions alcalines surtout riches en soude qui ont produit une albitisation intense, alors qu'au contact des schistes il s'est formé surtout de la tourmaline. L'influence de la composition chimique des roches traversées sur les minéraux néogènes est frappante.

L'extraction des gaz contenus dans les très nombreuses inclusions liquides du quartz des filons a permis d'y caractériser l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, des hydrocarbures solides et gazeux, alors que la réaction de l'eau contenue est très alcaline; c'est en partie en s'appuyant sur ces résultats que M. Tronquoy a été conduit à proposer une hypothèse permettant d'expliquer la formation de la cassitérite; il a réuni aussi des arguments très sérieux pour démontrer que le remplissage quartzeux des filons a été effectué tout d'abord sous une forme colloïdale et à une température peu élevée.

M. Tronquoy a cherché à généraliser ces conclusions; il est allé dans les champs filoniens classiques de Bohême, de Saxe, de Cornwall recueillir des observations et des documents, qui lui ont permis de montrer que, dans ces gisements aussi, il s'est formé une grande quantité d'albite en même temps que cristallisaient la cassitérite, la tourmaline et la topaze; si les minéraux borés et fluorés se sont souvent produits avec l'oxyde d'étain, ce dernier minéral a été plus abondant dans une phase de cristallisation plus tardive dans laquelle il est associé à des sulfures et à des sulfoarséniures dans une gangue exclusivement quartzeuse.

Ce travail de début faisait bien présager d'une courte carrière scien-

tifique qui, selon toutes vraisemblances, vient d'être prématurément brisée.

La Commission propose d'attribuer à M. **René Tronquoy** le prix Joseph Labbé.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, N..., A. Lacroix, Gosselet; Depéret, rapporteur.)

Le prix Raulin devant récompenser, cette année, un travail de Géologie ou de Paléontologie, le choix de la Commission s'est arrêté sur le nom de M. **Louis Doncieux**, préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon, pour l'ensemble de ses travaux sur les Corbières orientales et centrales.

Le Service de la Carte géologique ayant confié à M. Doncieux le levé de la feuille de Narbonne, M. Doncieux a abordé l'étude du Narbonnais et des Corbières orientales, région très intéressante, où il a trouvé le sujet de sa Thèse de Doctorat, soutenue en 1903.

La région comprend une grande partie des formations de l'échelle géologique : le Silurien, le Dévonien, le Carbonifère, le Trias, le Lias et, à partir de l'Urgo-aptien, toute la série du Crétacé jusqu'aux couches de Rognac. Il a étudié avec soin les faunes de ces terrains, parmi lesquelles je citerai les monographies de la faune urgo-aptienne de La Clape (47 espèces), celle de l'Albien supérieur de Fontcouverte (40 espèces, dont 3 nouvelles), celle du Cénomanien saumâtre de Fontfroide (22 espèces, dont 3 nouvelles), du Sénonien à Hippurites (47 espèces), de l'étage de Rognac (16 espèces).

Mais la partie de beaucoup la plus importante de l'Ouvrage est consacrée au terrain éocène. M. Doncieux a eu la bonne fortune, dans les Corbières orientales, d'aborder *le fond d'un grand golfe éocène atlantique*, largement ouvert à l'Ouest vers le Bordelais et fermé du côté de la Méditerranée. Dans ce golfe se sont déposés tous les étages éocènes marins, depuis le Thanétien jusqu'au Lutécien supérieur. Mais, dans le fond de ce golfe, les faciès du Thanétien, du Sparnacien et l'Yprésien sont laguno-marins, ce qui implique une faune un peu spéciale de Cérithidés, de Mélanidés, de Cyrènes et d'Huîtres. Ce sera plus tard, en continuant ses études dans les Corbières centrales, que M. Doncieux assistera au passage progressif de

ces faunes saumâtres aux faunes franchement marines de l'Éocène inférieur et moyen.

Et c'est là une découverte d'une importance générale pour la géologie française, car les travaux de M. Doncieux nous ont révélé dans cette région un véritable *second bassin de Paris Éocène*, presque aussi riche que celui du Nord, avec un faciès parfois un peu plus chaud et plus *mésogéen*. Toutes ces riches faunes marines, depuis le Thanétien jusqu'au Lutécien supérieur, sont décrites et figurées dans un gros Ouvrage intitulé modestement : *Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault*, dont les trois parties les plus importantes ont paru de 1905 à 1911. La faune actuellement décrite comprend :

Étage	Thanétien..........	13	espèces, dont	9	nouvelles
»	Sparnacien.........	52	»	36	»
»	Yprésien...........	30	»	14	»
»	Lutécien...........	432	»	174	»

Au point de vue paléontologique, il convient de faire remarquer l'intérêt très grand de certains types : dans les Céphalopodes, le genre *Belopterina*, rare partout ailleurs; dans les Gastropodes, les curieuses formes de *Mélanides* du Thanétien, le genre africain *Thersitea*, représenté dans le Lutécien; le genre *Gisortia*, du Lutécien parisien, représenté ici par plusieurs belles espèces; le sous-genre *Terebellopsis*, voisin de *Rostellaria*, et non de *Terebellum*, comme on l'admettait jusqu'ici. Parmi les Lamellibranches, il faut citer vingt espèces d'huîtres, dont quelques-unes affines à des formes de l'Éocène d'Égypte : le genre *Pseudoheligmus*, partout très rare; les genres *Vulsella* et *Vulsellopsis*, sous des formes très voisines de celles d'Égypte; le beau *Trachycardium gigas;* les genres *Miocardia*, *Libitina*, intéressants et rares ailleurs; le nouveau genre *Boriesia*, de l'Yprésien.

On peut dire que cette publication de M. **Doncieux** constitue l'une des plus importantes acquisitions nouvelles pour la paléontologie française depuis de longues années.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, N..., Depéret, Gosselet; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission, considérant que le prix Cuvier a été fondé au moyen d'un reliquat de souscription, mis à la disposition de l'Académie par les souscripteurs, propose, cette année, à titre exceptionnel, d'employer les arrérages à soutenir les œuvres d'assistance, patronées par l'Institut.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin, Edmond Perrier, Müntz, Bouvier; Mangin, rapporteur.)

La Flore algologique de la Méditerranée est peu connue, surtout dans le bassin oriental. En attendant les résultats du projet d'exploration méthodique de cette mer, adopté l'année dernière par la plupart des puissances riveraines, projet ajourné par la guerre qui dévaste l'Europe, on doit accueillir avec intérêt les travaux qui étendent nos connaissances sur ce sujet.

A ce point de vue, les trois Mémoires présentés par MM. **Giovanni Battista de Toni** et **Achille Forti**, intitulés *Contributions à la Flore algologique de la Tripolitaine et de la Cyrénaïque*, comblent une lacune importante. Le nombre des espèces signalées jusqu'à ce jour par Piccone, Ardissone, de Toni et Levi dépassaient à peine la trentaine. Le travail de MM. Giovanni Battista de Toni et Forti énumère 46 espèces de Floridées, 17 Phéophycées, 21 Chlorophycées, 1 Cyanophycée, avec un grand nombre de Diatomées marines, saumâtres et d'eau douce, constituées

surtout par des Diatomées de fond. On n'y trouve qu'un Péridinien, ce qui s'explique, d'une part, parce que les Dinoflagellés sont nageurs et d'autre part en raison de la destruction rapide des cuirasses cellulosiques dans les dépôts.

Parmi les espèces intéressantes on peut signaler : *Peyssoniella polymorpha*, *Halodictyon mirabile*, *Lophosiphonia cristata*, *Chantransia saviana* et des *Cystoseira*, cinq espèces parmi lesquelles *C. balearica*, *C. spinosa*, *C. stricta* découvertes par Sauvageau dans la Méditerranée occidentale.

Les données relatives aux Diatomées sont importantes par le nombre des espèces décrites (plus de 200) et par la nouvelle confirmation des idées d'Ehrenberg sur la promiscuité des espèces d'eau douce et saumâtres. Il y a prédominance des formes que les auteurs désignent sous le nom d'Algues *mésosaprobies* et *oligosaprobies*.

La sûreté et l'abondance des observations critiques, qui accompagnent la description ou l'énumération de chaque espèce, donnent à ces *Contributions* un très grand intérêt.

Aussi votre Commission est-elle unanime à vous proposer d'attribuer le prix Desmazières à MM. **Giovanni Battista de Toni**, professeur à l'Université et directeur du Jardin botanique de Modène, et **Achille Forti**, de Vérone.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin; Mangin, rapporteur.)

L'œuvre scientifique de M. **Fernand Camus**, licencié ès sciences naturelles, correspondant du Muséum, sur les Muscinées de France, qui comprend plus de quarante Notes ou Mémoires, a retenu l'attention de votre Commission.

Par ses explorations dans la région parisienne, dans la Bretagne ou la Vendée, dans le Lot et en Corse, ainsi que par l'étude des différents herbiers, notamment de l'Herbier du Muséum qu'il a contribué à enrichir, l'auteur a comblé les lacunes de la flore bryologique de France et précisé la signification d'un grand nombre d'espèces litigieuses. Il a montré que dans le massif breton et vendéen il existe de nombreuses espèces connues

jusqu'alors dans les îles Britanniques. A ces espèces se joignent, pour compléter un ensemble intéressant, des espèces atlantiques ou méridionales et quelques espèces des montagnes adaptées à des régions de faible altitude. La Corse, si remarquable par le grand nombre des espèces endémiques de phanérogames de sa flore, n'offre par contre, au point de vue bryologique, qu'une espèce et quelques variétés nouvelles.

Les matériaux des explorations de M. F. Camus lui ont permis de fournir des données éthologiques sur quelques rares espèces : *Cryphaea Lamyana*, *Ulota phyllanta*, etc. Le genre *Lejeunea*, si nombreux en espèces dans les régions chaudes et humides des deux hémisphères, n'est représenté en Europe que par quatorze espèces, toutes confinées dans les îles Britanniques. Dans la révision que l'auteur consacre à ce genre, il fait connaître neuf espèces en France et, par une critique minutieuse et précise, il élimine quelques formes douteuses ou imparfaitement connues. Le groupe important des Sphaignes, si complètement négligé à cause de la difficulté de la détermination, a été l'objet de deux Mémoires étendus, *Sphaignes de Bretagne, Sphaignes de la région parisienne*, où sont précisés les caractères des nombreuses espèces qui peuplent les tourbières dans les terrains siliceux. L'auteur a heureusement utilisé pour ce travail de nombreuses observations inédites de l'abbé Boulay.

Dans toutes ces recherches de géographie botanique, M. Camus s'est attaché à donner les caractères d'espèces généralement stériles et à faire disparaître les incertitudes de leur détermination.

Grâce à ses travaux, la flore bryologique de France est maintenant bien connue dans ses grandes lignes.

Aussi votre Commission est-elle unanime à vous proposer d'attribuer le prix Montagne à M. **Fernand Camus**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Costantin, Edmond Perrier, Müntz, Bouvier; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Parmi les divers travaux présentés cette année pour le prix de Coincy, la Commission a distingué l'ensemble des recherches de M. **Pierre Choux**, préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Marseille.

Le Mémoire le plus important de cet auteur a pour titre : *Études biologiques sur les Asclépiadées de Madagascar.* L'auteur a passé en revue une cinquantaine d'espèces malgaches de cette famille, parmi lesquelles il en décrit plus de vingt qui sont absolument nouvelles.

M. Choux décrit les conditions de végétation de ces espèces, ainsi que leur adaptation au milieu; mais ce qu'il y a de plus intéressant dans ce Mémoire, très développé et illustré de nombreuses figures, c'est l'attention spéciale portée par l'auteur sur le polymorphisme de ces Asclépiadées malgaches. Ce polymorphisme est d'ailleurs réalisé suivant des modalités très différentes. Il peut, en effet, n'affecter que l'appareil végétatif, et spécialement les feuilles. D'autres fois, comme chez les Asclépiadées aphylles, ce sont presque uniquement les fleurs dont la structure se modifie.

Dans quelques cas, lorsqu'on prend les termes extrêmes d'une série variable, on pourrait être tenté de faire de chacun de ces extrêmes une espèce, une race ou au moins une variété; mais si les échantillons examinés sont nombreux (et cet examen d'exemplaires nombreux est une des caractéristiques de l'intéressant travail de M. Choux), on voit apparaître toute une série d'intermédiaires, et l'on assiste à la transformation progressive des caractères. Dès lors, sur quoi baser une distinction nette entre ces plantes? On ne saurait en faire autant d'espèces et de variétés que d'individus, d'autant moins qu'un même exemplaire peut présenter, superposés, des caractères que l'on observe ailleurs chez des individus différents.

L'auteur s'en tient sagement à la conception des espèces linnéennes, et, en se plaçant à ce point de vue, il décrit en détail l'extraordinaire polymorphisme que présentent, à Madagascar, ces espèces ainsi comprises; il montre en même temps quelles difficultés se présentent lorsqu'on cherche à établir la délimitation exacte de chacune d'elles.

Parmi les autres publications présentées par M. Choux, il en est une qui mérite aussi d'être particulièrement signalée. C'est une étude anatomique relative à l'influence de l'humidité et de la sécheresse sur deux plantes tropicales, l'*Ipomea reptans* et le *Neptunia prostrata*. Ce sont des observations analogues à celles qui ont été faites par M. Costantin chez les espèces des régions tempérées, croissant en milieu aquatique ou en milieu terrestre, ou plus analogues encore à celles de M. Massart sur le *Polygonum amphibium;* mais chez les plantes tropicales en question, la différence de structure anatomique entre la plante croissant dans un milieu sec et celle (de la même espèce) croissant dans un milieu humide est considérablement plus accentuée.

L'auteur a en outre constaté que dans les tiges et les racines, pendant la saison sèche, il se produit une accumulation de réserves, entre autres d'amidon, qui manque, au contraire, dans la saison pluvieuse. Ces substances nutritives accumulées pendant la sécheresse sont utilisées pour la formation des nouvelles tiges feuillées qui se développent pendant la saison humide.

On n'avait guère, jusqu'ici, suivi avec tant de soins les modifications d'une même espèce tropicale suivant ces influences de milieu extérieur.

Pour ces diverses raisons, la Commission propose d'attribuer à M. **Pierre Choux** le prix de Coincy pour l'année 1915.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin, Edmond Perrier, Müntz, Bouvier; Mangin, rapporteur.)

M. **Isidore Doin**, professeur au Lycée de Chartres, a publié un certain nombre de Notes ou Mémoires sur les Muscinées, principalement sur la structure des Hépatiques dans ses rapports avec la Systématique.

Signalons d'abord un excellent Catalogue des Muscinées d'Eure-et-Loir qui comprend plus de 400 espèces, dont le quart est représenté par les Hépatiques. En faisant connaître l'existence d'un certain nombre d'espèces intéressantes, M. Doin a préparé les matériaux de ses recherches futures par la précision des descriptions et la détermination des conditions de végétation.

En abordant l'étude de la constitution du pédicelle des Hépatiques, il a obtenu rapidement les matériaux de ses recherches et il a pu ainsi caractériser des genres difficiles à distinguer. Les résultats de cette étude, sur un nouveau caractère méconnu jusqu'alors, ont été acceptés par les hépaticologues.

Sur l'invitation de Strasbürger, l'auteur a vérifié si les spores de la tétrade des *Sphærocarpus* sont bien de sexe différent et produisent deux plantules mâles et deux plantules femelles. Sur 80 exemplaires examinés,

60 environ, c'est-à-dire 75 pour 100, donnaient des tétrades à deux thalles mâles et deux thalles femelles. Les autres échantillons n'ont pas fourni de résultat, soit à cause d'une dissociation précoce, soit par suite d'un défaut de germination; quelques groupes seulement ont fourni des résultats anormaux qui confirment la règle. A ces données intéressantes, M. Doin ajoute les caractères distinctifs des deux espèces françaises, *S. californicus* et *S. terrestris*, soit par les spores des thalles mûrs, en accord avec les données de Schiffner et Stéphani, soit par les involucres des jeunes thalles.

Si l'on ajoute à ces travaux les descriptions sur les *Ephemerum*, la connaissance des curieux axes fertiles du *Cincinnulus trichomanis*, si souvent mal décrits, etc., on pourra justifier la proposition faite à l'unanimité par votre Commission d'attribuer le prix Thore à M. **Isidore Doin**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE RUFZ DE LAVISON.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin, Edmond Perrier, Müntz, Bouvier; Mangin, rapporteur.)

En décernant pour la première fois le prix de Physiologie végétale fondé par M. et Mme de Rufz de Lavison, la majorité de votre Commission a été heureuse de l'attribuer à des travaux qui touchent à la question si passionnante de la conservation de la vie. Ce sont les recherches sur la vie latente des graines de M. **Paul Becquerel**, docteur ès sciences, chargé d'enseignement pratique de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris (P. C. N.).

Depuis plus de 50 ans, deux conceptions rivales ont été émises pour expliquer la permanence de la vie lorsque les conditions extérieures sont défavorables à ses manifestations actives. L'une des doctrines admet que les échanges gazeux paraissent supprimés et que les graines (car il s'agit surtout des graines) sont à *l'état de vie latente*. La vie latente est, comme l'a écrit Claude Bernard, « purement virtuelle; elle existe prête à se manifester si on lui fournit les conditions extérieures convenables, mais elle ne se manifeste aucunement si ces conditions font défaut ».

Cette doctrine est appuyée par un certain nombre de faits, notamment par la conservation de la propriété germinative des graines ayant séjourné

dans des atmosphères de gaz toxiques ou irrespirables, dans l'alcool absolu, dans les solutions alcooliques de bichlorure de mercure.

Dans l'autre doctrine les graines sont seulement en *état de vie ralentie*, c'est-à-dire à un état où les échanges gazeux continuent à s'accomplir; ils sont souvent très atténués, mais ils ne peuvent jamais être supprimés.

La critique des expériences invoquées en faveur de ces doctrines a permis à M. Paul Becquerel de mettre en évidence des causes d'erreur insoupçonnées : d'une part, l'imperméabilité des téguments qui soustrait la partie vivante de la graine à l'action des gaz ou des liquides toxiques, et, d'autre part, l'existence des phénomènes d'oxydation dont ces téguments sont le siège et qui pour la plus grande partie, parfois même pour la totalité, constituent les échanges gazeux dont l'existence a été invoquée en faveur de la doctrine de la vie ralentie.

La mise en expérience de graines aux téguments perforés démontre que toutes sont tuées par le séjour dans l'alcool absolu, dans les vapeurs ou les liquides anesthésiques, et les arguments tirés du séjour des graines dans ces liquides (Giglioli) en faveur de la vie latente doivent être rejetés.

L'auteur a ensuite étudié la durée de la vie des graines conservées, après dessiccation naturelle, dans les anciennes sépultures, dans le sol et dans les diverses collections. Il élimine par une sévère critique, comme suspectes d'authenticité des matériaux, les diverses données publiées sur la longévité des graines des anciennes sépultures ou des graines conservées pendant plusieurs siècles dans le sol, et il appuie ses critiques des résultats de ses recherches sur la collection des graines du Muséum dont l'âge était rigoureusement établi. Sur près de 500 espèces étudiées, 23 seulement ont pu germer en partie, et ce sont précisément les graines qui, possédant un tégument imperméable, ont été soustraites aux causes d'oxydation qui ont tué la plupart des autres graines. La durée de la longévité ne dépasse pas 87 ans.

M. Paul Becquerel a repris les expériences de ses devanciers sur les résultats de la dessiccation dans le vide, combinée avec le séjour des graines dans des gaz irrespirables, azote et gaz carbonique, en prenant la précaution d'éliminer la cause d'erreur due à l'imperméabilité du tégument.

Il a constaté que le taux de germination des graines expérimentées est le même que celui des graines témoin, bien que pendant une année de séjour dans l'azote on n'ait pas observé d'échanges gazeux décelables par l'analyse. Si l'on remarque que des graines, même tuées, continuent à absorber de l'oxygène et à dégager du gaz carbonique, on ne peut se défendre de con-

clure, par ce rapprochement, que la persistance des échanges gazeux n'a rien à voir avec la conservation du pouvoir germinatif.

Dans des Communications postérieures à son premier travail, l'auteur a soumis des graines, des spores de Mucoracées et d'Ascomycètes, après une dessiccation prolongée dans le vide, à l'action des basses températures (trois semaines à la température de l'air liquide — 180° et 77 heures à la température de l'hydrogène liquide — 253°). Les graines et les spores soumises à ce traitement ont germé aussi facilement que des graines et des spores normales.

Il semblait légitime de voir l'auteur conclure, après ces expériences, à l'existence de la vie latente, ou vie entièrement suspendue. Il ne l'a pas fait et nous l'en félicitons. Cette conclusion implique en effet la certitude que, dans les graines desséchées soumises aux froids les plus rigoureux que nous puissions produire, tous les phénomènes chimiques de la vie sont suspendus.

Comme M. P. Becquerel le remarque très judicieusement, la persistance de certains phénomènes chimiques : combinaison violente du fluor et de l'hydrogène à — 210° (Moissan et Bewar) ; la persistance de l'émanation de l'uranium (H. Becquerel) et du radium (Curie) à la température de l'air liquide, ne nous autorisent pas à dire que la vie est rigoureusement suspendue par le froid.

Il convient d'attendre, avec l'auteur, de nouvelles expériences démontrant la stabilité du protoplasma dans le vide et aux basses températures.

Le résumé que nous venons de donner des recherches de M. **Paul Becquerel** justifie, croyons-nous, la résolution de votre Commission de lui attribuer le prix de Rufz de Lavison.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Delage, Bouvier, Henneguy, Marchal, Grandidier, Müntz, Prince Bonaparte; Edmond Perrier, rapporteur.)

L'Ouvrage auquel votre Commission vous propose d'attribuer le prix Savigny est intitulé : *Annélides polychètes non pélagiques provenant des campagnes* de l'*Hirondelle* et de la *Princesse Alice;* il est de M. **Pierre Fauvel**, docteur ès sciences naturelles, professeur de Zoologie à la Faculté catholique des Sciences d'Angers. Les navires de S. A. I. le Prince de Monaco ne sont pas allés dans la mer Rouge, ni en Syrie, mais les animaux dont s'est occupé M. Fauvel sont de ceux auxquels Savigny a prêté le plus d'attention. Plusieurs des espèces qu'il fait connaître (*Hesione hystrix*, *Nereis fucata*, *Lycoris fucata*, *L. lobulata*, *Palmyra acuspira*, *Polynoë flexuosa*, *Sabella flabellata*, *S. pavonina*, *Serpula contortuplicata*), des genres qu'il a créés, des familles qu'il a définies (*Amphictene*, Amphinomiens, Aphoditiens *Euphrosyne*, *Lycastis*, Maldaniens, *Lysidice*, *Ophelia*, *Phyllodoce*, *Polynoë*, *Syllis*, Téléthusiens), se trouvent cités ou examinés à nouveau dans ce beau volume de 432 pages in-4°, accompagné de 32 planches, contenant plus de 400 figures. De nombreuses espèces se trouvent dans la Méditerranée, le golfe Persique, la mer Rouge, c'est-à-dire dans les régions que Savigny a visitées ou dans les régions voisines. L'œuvre considérable de M. Pierre Fauvel entre donc dans le programme du prix Savigny et l'on peut dire qu'elle serait hautement approuvée par l'illustre naturaliste à qui l'histoire des Invertébrés doit tant de documents précieux.

Cette œuvre est une œuvre de patience, d'érudition et d'observation fine et délicate; elle a porté sur 288 espèces, réparties en 128 genres et dont 21 sont nouvelles. Ce nombre d'espèces nouvelles paraîtra faible. Mais il ne faut pas juger de la valeur d'un Ouvrage descriptif et du travail qu'il a coûté par le nombre de nouveautés qu'il contient. Pour arriver au bout de ces recherches, M. Fauvel a dû examiner minutieusement des milliers d'individus, les comparer aux espèces déjà décrites, étudier les diverses sortes de soies que portent leurs pieds, soies qui pour un seul

de ces organes sont souvent de plusieurs sortes et se modifient avec le rang de ces derniers. Beaucoup d'espèces ont été créées après un examen superficiel sur la forme de ces soies qu'il a fallu faire disparaître en raison de la variabilité de cette forme. C'était là une révision presque entière à faire de la classe des Annélides; M. Fauvel s'en est magistralement acquitté.

Si les espèces littorales sont parfois assez localisées : il n'en est pas de même des espèces abyssales; elles sont souvent presque cosmopolites, et comme les espèces littorales ne sont pas négligées, on peut considérer l'Ouvrage de M. **Fauvel**, comme ayant refondu l'histoire des Annélides et devant faire époque pour cette histoire.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Bouvier, Henneguy, Marchal, Grandidier, Müntz, Prince Bonaparte.)

Le prix n'est pas décerné.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Charles Richet, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Chauveau et Dastre, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix d'une valeur de *deux mille cinq cents francs* à M. **François Maignon**, professeur de Physiologie à l'École nationale vétérinaire de Lyon, pour son Mémoire intitulé : *Recherches sur la toxicité des matières albuminoïdes;*

Une mention honorable d'une valeur de *quinze cents francs* à M. **Émile**

Terroine, maître de conférences de Physiologie physico-chimique à l'École des hautes études au Collège de France, pour son Ouvrage intitulé : *La sécrétion pancréatique ;*

Deux citations :

1° A M. le Dr **Eugène Olivier**, aide d'Anatomie à la Faculté de Médecine, pour son travail sur l'*Anatomie topographique et la Chirurgie du Thymus ;*

2° A M. le Dr **Ginestoux**, pour son *Traité d'hygiène oculaire.*

Rapport de M. **Chauveau** *sur les travaux de M.* François Maignon.

A la fin de décembre 1913, j'adressais à l'Académie, de la part de M. **Maignon**, pour le concours du prix Montyon de Médecine et de Chirurgie, un travail intitulé : *Recherches sur la toxicité des matières albuminoïdes.*

J'avais cru devoir provoquer moi-même cette présentation, parce que, les circonstances m'ayant mis à même de suivre les expériences de M. Maignon, j'étais aussi bien renseigné sur leur valeur que sur le grand mérite de l'effort représenté par le travail de l'auteur. De plus, j'étais encore incité à l'accomplissement de ce devoir par cette autre considération que de lointaines recherches personnelles avaient, de prime abord, suscité dans mon esprit certaines préventions contre ce travail.

Après le dépôt réglementaire de son manuscrit, M. Maignon, continuant son étude, lui imprimait un cachet plus accentué de précision et une plus grande portée. Pour permettre à l'auteur d'achever cette fructueuse mise au point et accroître ainsi ses chances de succès, je demandai l'ajournement de l'examen de son œuvre au concours de 1915.

Malheureusement la tâche complémentaire de M. Maignon a été entravée par la guerre. Avant de rejoindre son poste à l'armée, il n'a pas eu le temps de coordonner et de rédiger les nouveaux documents qu'il s'était ainsi procurés et qui devaient être exposés en trois Notes, dont une seule a pu être ébauchée.

Ces documents ne changent rien, heureusement, aux conclusions fondamentales du Mémoire originel. La simple reproduction de ces conclusions suffirait donc à faire connaître les progrès que ce Mémoire introduit dans la Science et permettrait d'en saisir toute l'importance. Mais la démonstration du fait essentiel de la toxicité de certaines protéines alimentaires,

considérée en elle-même, en dehors de toute préoccupation du mécanisme qui préside à sa création, gagnera certainement beaucoup, en intérêt, à être présentée en connexion avec les éléments nouveaux fournis par le travail complémentaire de M. Maignon. C'est ce que le rapporteur va faire, d'une manière très sommaire, en s'aidant de ceux de ces éléments qu'il pouvait interpréter sans la collaboration de l'auteur.

C'est au cours d'expériences sur la comparaison des diverses protéines, dans leur important rôle de principe azoté des rations alimentaires, que M. Maignon a fait ses premières constatations de toxicité essentielle, tout à fait indépendante de celle qui appartient aux uréides excrémentitiels en lesquels tout aliment azoté est appelé à se transformer, directement ou indirectement.

A noter de suite qu'il ne s'agissait pas là de faits accidentels d'ingestion de substances albuminiques altérées ayant occasionné du botulisme. En effet, les mêmes protéines, administrées conjointement avec un faible complément d'aliments ternaires, hydrocarbones ou graisses, à des sujets témoins, ne provoquaient chez eux aucun accident toxique. Ces sujets pouvaient alors s'entretenir longtemps en état d'équilibre de nutrition.

Privées de ce complément ternaire, toutes les protéines se montrent, au contraire, tout aussi incapables d'entretenir cet équilibre, d'une manière permanente, que l'avait été la gélatine, protéine incomplète et insuffisante, dans les mémorables expériences de Magendie. Mais, à cette incapacité, s'ajoutaient, en outre, en certains cas nettement déterminés, des manifestations plus ou moins graves de toxicité. Il n'y avait donc à concevoir aucun doute sur la normalité de ces manifestations. Elles constituent bien, dans les expériences de l'auteur, un acte physiologique régulier, bien distinct des phénomènes toxiques qu'engendre la rétention, dans l'organisme, des produits de la désintégration finale qui attend toute substance quaternaire fournie par l'alimentation.

C'est avec le *rat blanc* des laboratoires, employé comme sujet d'expériences, et l'ingestion de l'*albumine d'œuf*, que M. Maignon a obteuu ses plus intéressants résultats. Ils doivent donc fixer plus particulièrement l'attention.

Parmi les expériences nombreuses qu'a nécessitées l'étude d'où sont sortis ces résultats, il convient de signaler, en premier lieu, celles qui ont permis à M. Maignon de classer les *substances protéiques*, au point de vue de leur aptitude à entrenir la vie du rat blanc, quand elles servent d'aliment exclusif et qu'elles sont employées à l'état pur, tout au moins aussi pures qu'il soit possible de se les procurer.

L'*albumine d'œuf*, celle que le commerce livre sous forme de poudre, était administrée sans avoir subi aucun traitement préalable. Quant à la *poudre de viande* (*protéines musculaires*), on l'épuisait, avant son emploi, par l'eau, l'alcool et l'éther successivement. L'épuisement par ce dernier dissolvant était seul appliqué à la *fibrine* et à la *caséine*.

Avec la poudre fournie par chacune de ces substances, on confectionnait des boulettes, en y introduisant des sels minéraux, destinés à prévenir la déminéralisation de l'organisme, et du bicarbonate de soude pour éviter l'acidose.

Point de rationnement dans la distribution de ces boulettes, que les sujets pouvaient manger à discrétion.

Aucune de ces quatre sortes d'*éléments protéiques vrais* ne fut, comme il est dit plus haut, capable de réaliser d'une manière permanente l'équilibre de nutrition. Mais la durée de la survie des sujets varia singulièrement, suivant la *substance protéique* ingérée. On en jugera par les chiffres suivants :

1° Les rats soumis à l'*albumine d'œuf* eurent une survie moyenne de 8 jours et demi, avec une perte moyenne de poids de 31 pour 100.

2° Pour les sujets alimentés avec la *poudre de viande*, la survie atteint 19 jours et la perte de poids 39 pour 100.

3° Avec la *fibrine*, la survie moyenne est de 21 jours et la perte moyenne de poids 41 pour 100.

4° Enfin l'alimentation à la *caséine* étend la survie jusqu'à près de 38 jours, en entraînant une perte de poids de 35 pour 100.

Ainsi, en régime exclusif, l'ingestion de l'*albumine* tue les rats blancs beaucoup plus vite que celle des autres *protéines*. La différence est telle, que la nocuité de l'*albumine* est plus que le double de celle des *protéines musculaires* et de la *fibrine*, et dépasse le quadruple de la nocuité de la *caséine*.

A cette importante constatation s'en ajoute une autre, d'un intérêt non moins considérable, fournie par le Tableau d'ensemble de 30 ingestions d'*albumine*, pratiquées au cours des différentes saisons, entre mai 1913 et mai 1914. Ce Tableau montre que la durée de la survie est toujours, en hiver et en été, au maximum (22 jours en janvier, 20 jours en août), et, à l'automne et au printemps, au minimum (5 jours en octobre, 4 jours trois quarts en mai).

Ces oscillations saisonnières, spéciales au *régime albuminique*, frappaient surtout par l'énorme réduction de la durée de la survie pendant les périodes automnales et printanières. Cette réduction, écartant toute explication de la mort par insuffisance alimentaire, fait songer immédiatement à l'intervention d'une action toxique.

La vérification de cette hypothèse était facile par la comparaison de la *diète albuminique* avec la diète purement hydrique, c'est-à-dire l'inanition. Or, constamment, au printemps et en automne, M. Maignon a vu, dans ses expériences, les sujets témoins, simplement inanitiés, survivre beaucoup plus longtemps que les sujets alimentés avec l'*albumine* pure.

Cette preuve, si saisissante, d'une intervention toxique, se renforce encore singulièrement, en se précisant davantage, avec le secours des renseignements de la symptomatologie. Ainsi, l'observation du sujet, dans tous les cas desdites périodes automnales et printanières, le montre tout à fait normal pendant presque toute la durée de la survie. Puis arrive un moment où le sujet entre dans une période d'excitabilité, à laquelle le *coma* succède brusquement. La respiration devient très irrégulière et la mort survient en général au bout de 5 à 6 heures. L'action de la toxicité albuminique s'exerce donc sur le système nerveux central.

Dans ces cas d'intoxication aiguë, la mort survient avec une si grande rapidité que les signes anatomiques de l'empoisonnement alimentaire n'ont pas le temps de s'établir dans le foie et les reins. Ils ne manquent pourtant pas absolument. M. Maignon aura sans doute l'occasion de les signaler, quand il aura à exposer les faits remarquables qu'il est en train de recueillir sur les lésions de dégénération que provoque chez le *rat blanc* et chez le *chien* l'ingestion exclusive des *protéines* autres que l'*albumine*, en comparaison avec celles qui peuvent résulter de l'emploi de cette dernière substance.

Avec sa première étude, M. Maignon a imprimé un progrès notable à la physiologie de l'alimentation. La notion de l'aptitude des protéines pures à provoquer des phénomènes de toxicité, dans l'organisme, montre avec quelle défiance il faut accueillir les procédés simplistes qui président couramment, même dans les milieux scientifiques, au calcul des substitutions alimentaires. Les études actuelles, sur la ration du soldat, sont appelées à profiter les premières de la très intéressante contribution de M. Maignon.

Rapport de M. **Dastre** *sur l'Ouvrage de M.* Émile Terroine.

Une mention est accordée à M. **E. Terroine** pour son Ouvrage : *La sécrétion pancréatique*.

Si cet Ouvrage était, seulement, une mise au point d'un Chapitre important et très controversé de la physiologie contemporaine et une pure étude critique, ses qualités excellentes justifieraient l'empressement avec lequel il a été accueilli par les médecins et les biologistes; elles ne l'auraient pas désigné pour le concours du prix Montyon. Mais l'auteur a fait, en cette matière, œuvre personnelle et originale; seul, ou en collaboration avec d'autres physiologistes, il a contribué, par ses recherches, à accroître nos connaissances ou à réformer nos opinions sur la question de la sécrétion pancréatique. Il faut signaler, en particulier, les points suivants :

M. Terroine a mis en évidence l'existence dans le suc pancréatique de l'*érepsine*. Et par là, se trouve éclaircie l'action digestive du suc pancréatique sur l'albumine. La distinction est faite entre deux phénomènes en réalité différents. — L'auteur montre qu'il n'y a point de confusion possible entre la sécrétine et la vaso-dilatine. Il a réussi à supprimer l'action vaso-dilatatrice de la sécrétion sans supprimer son action sécrétoire. — La localisation de la sécrétine dans la muqueuse duodéno-jéjunale est clairement manifestée; de même, la non-fixation de la sécrétine par le tissu pancréatique. — Parmi d'autres faits, l'auteur met en lumière la non-activation des ferments pancréatiques par la sécrétine. Il montre que la sécrétion continue du suc pancréatique, provoquée par l'action de la sécrétine, conserve ses caractères essentiels au point de vue des ferments. — Il y a unité de nature de la sécrétine et il ne faut point, comme certains auteurs l'ont fait, établir une distinction suivant les différentes crinines. La possibilité d'extraire la sécrétine par des substances variées dépend plutôt des propriétés physico-chimiques des solutions que de leur spécificité chimique. Et, comme corollaire des faits précédents, M. Terroine a mis en évidence les propriétés extractives très nettes d'un assez grand nombre de substances, telles que l'urée, le sucre, les sels biliaires. — Chemin faisant, on doit encore au même auteur la connaissance de l'action activante très énergique des acides aminés sur la digestion de l'amidon par le suc pancréatique.

Il y a là une abondance de notions nouvelles qui ont attiré l'attention de la Commission et qui justifient sa proposition d'accorder au moins une mention à l'œuvre de M. **Terroine**.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy ; Chauveau, rapporteur.)

MM. **Charles Dassonville**, vétérinaire principal de l'armée, et **Cléry Rivière**, ingénieur-chimiste de l'École de Physique et de Chimie de Paris, ont soumis au jugement de l'Académie un très intéressant Mémoire : *Sur l'avortement épizootique des juments.*

La question de l'avortement épizootique des grandes femelles domestiques (*Ruminants* et *Solipèdes*) présente, au point de vue économique, la plus haute importance. Pour éviter les pertes provoquées par cet avortement, il fallait en connaître la cause. On y réussit d'abord chez les sujets de l'espèce bovine. En 1897, l'agent de cette grave maladie infectieuse, découvert par M. B. Bang, fut l'objet d'une remarquable étude, qui fit époque et dont les résultats furent, au premier moment, unanimement considérés comme étant applicables à l'espèce chevaline. On s'entendait, en effet, alors dans le monde des spécialistes, pour attribuer la maladie de la jument au bacille tiré par Bang du placenta expulsé par les vaches infectées.

Cependant, en ces dix dernières années, nombreux ont été les savants qui ont cherché en vain, chez les juments avortées et leurs produits, le microbe décrit par le bactériologiste danois. Aucun microbe *constant* n'était retrouvé, ni chez les juments malades, ni chez leurs avortons. Tandis qu'Ostertag et Dammann, chacun de son côté, n'obtenaient que des résultats négatifs, Lignières mettait en évidence, dans les lésions abortives, le coco-bacille de la tuberculose zoogléique, et divers autres chercheurs (Smith et Kilborne, de Jong, Good) isolaient, de ces mêmes lésions, un bacille voisin, *B. paratyphique* B.

Devant ces résultats discordants, Dassonville et Rivière étaient donc autorisés à entreprendre de nouvelles recherches. Elles les ont amenés à donner une base inébranlable à la notion de la dualité de l'agent de l'avortement épizootique chez la vache et la jument.

Le bacille spécial de la jument a été d'abord trouvé par nos auteurs dans les circonstances suivantes :

En 1907, l'avortement épizootique sévissait gravement dans l'un des plus beaux haras des environs de Paris. Vingt juments de pur sang y

avaient avorté et plus tard, au moment des naissances, quinze poulains furent atteints de lésions articulaires graves. Huit de ces poulains moururent. Nos auteurs eurent l'occasion d'assister et de participer à l'autopsie du dernier d'entre eux, présentant, du côté droit, une arthrite suppurée ouverte du grasset.

Dans les ganglions inguinaux et lombaires, le foie, la rate, le liquide péricardique, le sang, ils trouvèrent, *à l'état pur*, un bacille très particulier, qu'ils cultivèrent et étudièrent avec le plus grand soin, à tous les points de vue.

L'année suivante, ils avaient, au cours d'une épizootie d'avortement d'un haras de Normandie, la grande chance de retrouver *ce même bacille très particulier* dans les enveloppes fœtales, le sang et tous les tissus de trois avortons, qu'ils purent étudier dès la mise bas, dans des conditions exceptionnellement favorables.

Ainsi se trouvait établie d'emblée la filiation causale qui relie l'arthrite des poulains nés dans un milieu ravagé par l'avortement épizootique à cet avortement lui-même.

Mais les auteurs ne se bornèrent pas à cette importante constatation. Ils surent tirer de leur très correcte et très laborieuse étude du microbe ainsi déterminé tous les documents propres à en démontrer le rôle spécifique dans l'avortement épizootique. C'est ainsi qu'après s'être assuré que ce microbe est pathogène pour tous les animaux usuels du laboratoire, les seuls que MM. Dassonville et Rivière eussent à leur disposition, ils réussirent, *et c'est là un fait de tout premier ordre*, à provoquer l'avortement chaque fois qu'ils injectèrent à des lapines, à des cobayes ou à des souris, en état de gestation, soit dans le péritoine, soit dans les veines, les filtrats sur bougie des cultures du bacille nouveau trouvé par nos deux expérimentateurs.

De plus, ils ont retiré de ces filtrats, par voie chimique, des bases solubles dans l'alcool qui jouissent de propriétés abortives manifestes : second fait *de même haute valeur que le premier, dont il complète très heureusement l'importante signification*.

De ces constatations remarquables, MM. Dassonville et Rivière étaient en droit de conclure très légitimement qu'ils se trouvaient *en présence de l'agent ou de l'un des agents de l'avortement épizootique des juments*.

Leur démonstration marque un progrès considérable dans la connaissance de la genèse de ce fléau, même en l'absence de toute production expérimentale de la maladie sur la jument elle-même. Cette preuve directe

n'était pas à la portée de nos auteurs. Ils n'en méconnaissaient pas l'utilité et n'ont pas hésité à en signaler « *l'importance capitale* » en parlant du travail entrepris dans cette voie par Polakoff, dont ils n'avaient pu encore prendre connaissance.

La même qualification louangeuse est applicable à la constatation, dans les bouillons de culture du microbe spécifique de nos auteurs, de la présence de corps chimiques définis, capables de provoquer la maladie. C'est pourquoi la Commission a estimé que le travail de MM. **Dassonville** et **Rivière** mérite le prix Barbier.

En outre, elle propose d'attribuer deux mentions très honorables, l'une à MM. **Charles Besnoit** et **V. Robin**, pour leurs travaux sur la *Sarcosporidiose cutanée du bœuf, ses lésions et son parasite*, l'autre à M. **Henri Bocquillon**, pour son *Étude botanique et thérapeutique des plantes tropicales*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé; Henneguy, rapporteur.)

L'étude des maladies parasitaires prend une place de plus en plus importante en pathologie : M. **Brumpt** s'y est consacré depuis plusieurs années. Membre de la Mission du Vicomte de Bourg de Bozas, qui traversa l'Afrique tropicale de la mer Rouge à l'Atlantique, puis professeur de parasitologie à la Faculté de Médecine de Sao-Paolo, au Brésil, M. Brumpt a pu étudier un certain nombre de maladies parasitaires et établir l'évolution de plusieurs parasites mal connus. Les nombreux documents, pour la plupart inédits, qu'il a récoltés pendant le cours de ses explorations, se trouvent réunis dans son *Précis de Parasitologie*, gros Ouvrage de 1101 pages renfermant 698 figures dont 261 sont originales.

Dans le groupe des Protozoaires, l'auteur a constaté que l'Amibe banale de l'intestin (*Entamœba coli*) est une espèce cosmopolite. L'Amibe dysentérique (*Entamœba dysenterica*) constitue également une espèce unique, contrairement à l'opinion des auteurs allemands; l'étude expérimentale chez le Chat permet de suivre pas à pas le mode de formation des ulcérations intestinales et de montrer que le parasite ne subit aucune dégéneres-

cence dans l'intestin de cet animal. Relativement aux parasites du paludisme, M. Brumpt avec M. L. Tissier a eu l'occasion d'observer le troisième cas connu de paludisme congénital, et le premier cas où la mère et l'enfant présentèrent le *Plasmodium vivax*. De ses recherches sur l'évolution des Trypanosomes de certains Rongeurs chez les Puces, l'auteur a pu conclure à la pluralité des Trypanosomes du type *Trypanosoma Lewisi*. On lui doit également une contribution importante à la connaissance de la maladie du sommeil, ayant dirigé la première mission française au Congo, pour l'étude de cette affection, et de la maladie de Chagas ou trypanosomose américaine. Cette maladie due à une infection de tout l'organisme par le *Trypanosoma Cruzi*, est transmise par l'intermédiaire des déjections de Punaises (*Cimex*, *Conorhinus*, etc.), assurant la conservation du parasite. Les déjections renferment des Trypanosomes métacycliques, qui traversent les muqueuses ou la peau de l'Homme et de divers Mammifères et leur donnent l'infection.

Outre quelques recherches intéressantes sur les Vers parasites, Filaires du sang, Cœnure cérébral, etc., on doit aussi à M. Brumpt la découverte d'un Insecte hyménoptère, l'*Ixidophagus Concurtei*, qui s'attaque aux nymphes de plusieurs Ixodinés; cet Insecte pourra rendre de grands services dans la lutte contre les nombreuses maladies parasitaires, transmises par les Tiques à l'Homme et aux animaux domestiques. Enfin M. Brumpt ne s'est pas borné à l'étude des parasites de nature animale; il s'est occupé également avec succès des Champignons parasites et fait connaître des nouvelles espèces produisant des mycétomes. Il a signalé également dans l'ongle des orteils l'existence d'un Champignon dont il a obtenu des cultures pures d'emblée; ce Champignon (*Scopulariopsis brevicaulis*), déjà connu comme saprophyte banal, n'avait jamais été signalé comme pouvant s'adapter à la vie parasitaire.

Dans son *Précis de Parasitologie*, M. Brumpt passe en revue tous les parasites d'origine animale et végétale trouvés jusqu'ici chez l'Homme. Il donne une description de chacun d'eux, expose son évolution et son rôle pathogène, la symptomatologie, l'anatomie pathologique et le traitement de l'affection qu'il détermine. Cet Ouvrage s'adresse donc spécialement aux médecins. Bien que l'auteur signale quelques parasites des animaux domestiques, il est regrettable qu'il ne fasse pas au moins mention de certains groupes de parasites des plus intéressants au point de vue de la Biologie générale et dont la connaissance, quoiqu'elle n'intéresse pas particulièrement les médecins, est indispensable à tous ceux qui veulent avoir

des notions générales sur le rôle des parasites dans la nature. C'est une lacune que l'auteur comblera facilement dans une prochaine édition et qui augmentera la valeur de son Livre. Celui-ci n'en constitue pas moins, tel qu'il est, un Ouvrage précieux pour les praticiens et qui témoigne des connaissances étendues de son auteur.

La Commission, tenant compte des intéressantes recherches de M. **Brumpt** et de l'originalité de son Ouvrage, propose de lui attribuer un prix de *deux mille cinq cents francs* sur les arrérages de la fondation Bréant.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Guyon, rapporteur.)

L'Ouvrage soumis par M. le Dr **Noël Hallé** au jugement de la Commission est intitulé : *Formes de la Tuberculose rénale chronique*.

Dans une série de trois Mémoires, publiés de 1903 à 1906, dans les *Annales des maladies des organes génito-urinaires*, en collaboration avec M. Motz, M. Hallé a exposé déjà les résultats de son observation anatomo-pathologique sur la *Tuberculose de l'urètre et de la prostate*, *de la vessie*, *de l'uretère et du bassinet*, poursuivie durant 15 années au Laboratoire de la Clinique de Necker.

Il aborde seul aujourd'hui, après un intervalle de 10 années, l'étude de la *Tuberculose rénale*, chapitre capital de la Tuberculose urinaire.

Il ne faut point chercher, dans le présent Ouvrage, une monographie complète ni didactique des tubercules des reins. L'auteur se borne à donner un exposé historique et critique de la question, avec ses premières conclusions personnelles, nées de l'étude patiente de 200 reins tuberculeux, fournis mi-partie par l'autopsie et la néphrectomie.

Dans la première Partie, l'*Anatomie pathologique* et la *Pathogénie* des tubercules des reins sont résumées sommairement, d'après les Ouvrages classiques récents. Les acquisitions certaines de la science, autant que ses incertitudes et ses lacunes, sont mises au juste point. Cet essai de critique impartiale, serrée et judicieuse, vraiment scientifique, était l'Introduction nécessaire.

La deuxième Partie est l'exposé des résultats fournis à l'auteur par son

étude anatomique étendue. Il conclut nettement à l'existence de deux formes essentielles de Tuberculose rénale chronique : la *Tuberculose parenchymateuse primitivement fermée* et la *Tuberculose pyélitique primitivement ouverte*. Ces deux formes des tubercules des reins, distinguées par tous leurs caractères anatomiques, se combinent souvent en une troisième forme : *Tuberculose mixte* où les lésions des deux types s'associent en des proportions et suivant des modes variables.

La réalité de ces trois formes ressort clairement du texte descriptif, des figures originales nombreuses (*Pl. XIII*) qui le complètent. Toutes les variétés, si nombreuses des tubercules des reins, rentrent naturellement dans cette classification.

Cet exposé anatomo-pathologique des recherches de M. Hallé est net, précis et convaincant.

Ces formes anatomiques ont-elles bien la qualité et la valeur de vraies formes morbides, autrement dit, la distinction si tranchée qu'établit l'anatomie pathologique se retrouve-t-elle entre les tuberculoses rénales quand on les envisage du double point de vue de la *pathogénie* et de la *clinique*. C'est à cette démonstration qu'est consacrée la troisième Partie du Livre.

En trois Chapitres : *Inductions pathogéniques, Déductions cliniques, Déductions thérapeutiques*, l'auteur établit que chacune des formes anatomiques possède aussi sa pathogénie, ses symptômes et son évolution propres; que les formes morbides ainsi constituées sont susceptibles d'un *diagnostic* différentiel et justiciables d'une *thérapeutique* différente.

Le Chapitre III, particulièrement important, fournit les preuves irréfutables de la *Curabilité anatomique et clinique des tubercules des reins*. Dans le rein, comme ailleurs, le tubercule peut guérir, et guérit, spontanément et médicalement, par divers processus généraux et particuliers.

Dans ses *conclusions* l'auteur indique nettement dans quel esprit et suivant quelles voies doivent être reprises et poursuivies les recherches d'*observation* et d'*expérimentation*, capables de confirmer ou d'infirmer ses idées personnelles.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Godard à M. le Dr **Noël Hallé**.

Elle propose également de décerner une mention à M. le Dr **Henri Vignes**, *Notes et recherches sur la menstruation*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Guyon, rapporteur.)

M. le Dr **Henri Gougerot**, agrégé de la Faculté de Médecine, chargé des conférences élémentaires de Syphiliographie à l'hôpital Saint-Louis, a réuni ses leçons dans l'Ouvrage qu'il présente au prix Bellion. Ce Livre intitulé : *Le traitement de la Syphilis en clientèle*, est, selon le vœu du testateur, de ceux qui peuvent être profitables à la santé de l'homme et à l'amélioration de l'espèce humaine.

Sa lecture démontre que, malgré les très importantes découvertes bactériologiques et thérapeutiques, les réactions biologiques si utiles mises à la disposition de la pratique, ces moyens très précieux ne suffisent pas pour assurer la guérison définitive.

Les questions examinées avec tant de persévérance et de talent par le professeur Fournier doivent encore être posées. Ce grand médecin leur consacrait en 1907 deux petits Livres de vulgarisation : « En guérit-on ? » et « Que convient-il de faire pour en guérir ? »

On peut en guérir. Mais, pour y parvenir, il ne faut jamais perdre de vue les résultats de l'observation très prolongée. Il faut accepter que la vérité d'hier est encore la vérité d'aujourd'hui.

M. Gougerot s'est attaché à le rappeler; il parle, avec insistance, de la raison de cet état de choses : « Nous ne pouvons pas cesser d'avoir présents à l'esprit les retours d'accidents graves et d'accidents légers, mais toujours contagieux. » Et cela reste indispensable pendant de très longues années. Il faut y penser toujours et en parler sans hésitation aux malades. Ce devoir s'impose alors même qu'ils se sont soumis à des traitements prolongés, à

l'emploi précoce de moyens de véritable puissance paraissant, tout d'abord, complètement réussir.

Devant des témoignages nouveaux de la persistance persévérante du mal, il faut en revenir à des traitements prolongés et à une surveillance méthodique. Cela est exigible alors même que le séro-diagnostic de Wassermann, plusieurs fois répété, reste négatif.

Le rôle de l'observation prolongée est d'autant plus indispensable dans la pratique, qu'il est démontré que la Syphilis peut léser tous les tissus.

L'enseignement de M. **Gougerot** mérite d'être encouragé.

La Commission propose à l'Académie de lui attribuer le prix Bellion de 1915.

Elle propose en outre d'accorder une mention très honorable à MM. **Émile** et **Camille Guillot**, architectes, pour leur Ouvrage intitulé : *La Maison salubre*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX ARGUT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Charles Richet, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Charles Richet, rapporteur.)

Votre Commission a estimé qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix. Elle a accordé un encouragement de 500fr à M. **Raoul Benon** qui a écrit un

excellent Livre sur les *Troubles psychiques et névrosiques post-traumatiques*. Les faits obscurs encore connus sous le nom d'*asthénie post-traumatique* ont été méthodiquement étudiés, et il en distingue des formes différentes mieux que cela n'avait été fait avant lui.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Guignard, Roux, Labbé, Henneguy; Charles Richet, rapporteur.)

Votre Commission n'a pas cru devoir décerner le prix. Dans les Mémoires qui lui ont été soumis, elle a retenu, pour une mention, le Livre de M. **Arcangelo Creazzo** (écrit en italien) : *Studio sulla morte apparente e la morte reale*. Cet Ouvrage, clair et complet, est un bon exposé de nos connaissances sur les signes de la mort réelle et les conditions de la mort apparente.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy; Charles Richet, rapporteur.)

Nous proposons de donner le prix Montyon à M. **André Thomas** pour son Mémoire sur les fonctions cérébelleuses, Mémoire qui résume et complète les monographies importantes et ingénieuses que depuis 20 ans a publiées M. A. Thomas sur la physiologie du cervelet.

Les expériences de A. Thomas confirment dans leur ensemble les belles recherches de Luciani; mais ses observations cliniques et anatomo-pathologiques permettent de mieux préciser encore le rôle du cervelet et de pousser plus loin nos connaissances sur les connexions de cet organe avec l'axe cérébro-spinal. « Le cervelet, conclut Thomas, perfectionne et accélère le rétablissement de l'équilibre, de même qu'il précise et régularise les mouvements. »

Dans son Volume sur la fonction cérébelleuse (1911), A. Thomas insistait déjà sur l'indépendance fonctionnelle de l'écorce et des noyaux cérébelleux, et envisageait la possibilité de mettre en évidence des zones d'influence nettement localisées dans l'écorce. En 1914 (en collaboration avec Durupt), il apporte la preuve de ces *localisations cérébelleuses*. Tel est, en effet, le titre de son Mémoire. Les centres corticaux cérébelleux sont des centres isosthéniques, c'est-à-dire qu'ils assurent la synergie des mouvements. Les troubles du mouvement signalés chez certains malades trouvent alors des explications très rationnelles.

Thomas insiste encore sur le rôle du cerveau pouvant suppléer le centre cérébelleux détruit ou affaibli. D'où l'intermittence et l'irrégularité des symptômes morbides, suivant que le cerveau assure ou non la compensation des lésions cérébelleuses.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Henri Stassano**, docteur ès sciences naturelles et en Médecine, pour l'ensemble de ses travaux en Physiologie.

M. H. Stassano a publié, depuis plus de 30 ans, un assez grand nombre de travaux qui ont été exécutés à la Station zoologique de Naples, au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne et à l'Institut Pasteur. Un certain nombre d'entre eux nous ont fait connaître des faits intéressants.

Nous citerons, dans le nombre, des recherches physiologiques sur la Torpille, présentées à l'Académie des Sciences en 1883, par M. Marey, dont elles confirmaient et complétaient les conclusions relativement à l'assimilation de l'organe électrique (Torpille) et du muscle. M. Stassano

constate, en effet, que l'organe électrique se comporte vis-à-vis des poisons musculaires comme le muscle lui-même. La strychnine provoque un tétanos électrique comme un tétanos musculaire : ce tétanos est rendu manifeste à distance par le téléphone. L'auteur montre encore, en contradiction avec Boll, mais en accord avec A. Moreau, l'action du curare sur le même organe.

En second lieu, M. Stassano a exécuté plusieurs séries d'études sur la coagulation du sang; les premières datent de 1884 et les dernières de 1910 et 1911. Il montre, par une voie différente de celle que les physiologistes avaient suivie, que le calcium intervient à deux moments dans la coagulation : d'abord, à faible proportion dans la formation du fibrin-ferment et, en second lieu, à dose forte dans l'action de ce ferment sur le fibrinogène. Des faits intéressants ont été mis en évidence dans les Notes présentées par l'auteur à l'Académie à propos du plasma de propeptone.

M. Stassano a étudié, en collaboration avec J. Tallarico, l'influence exercée par la cuisson sur la digestibilité trypsique du lait et sur la caséification du lait par le lab-ferment.

Citons encore une suite d'études sur l'antikinase, qui contribue à éclaircir l'action digestive de la trypsine pancréatique sur les matières albuminoïdes.

Il serait vain de vouloir énumérer tous les travaux de M. **Stassano**. Il suffit de dire que l'activité de ce chercheur, dirigée d'une manière très particulière et très personnelle, a abouti très souvent à des trouvailles dont quelques-unes ont un réel intérêt. Et cette longue persévérance, ainsi que ces résultats, légitiment l'attribution qui lui est faite du prix.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, Guignard, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy; d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix :

1° Un prix d'une valeur de *mille francs* est décerné à M. le Dr **Jules Glover**, pour son Ouvrage intitulé : *Physiologie de la voix appliquée à l'art et à l'industrie ;*

2° Un prix d'une valeur de *huit cents francs* est décerné à M. le Dr **Pierre Achalme**, pour son Ouvrage intitulé : *Électronique et Biologie.*

Le Dr **Jules Glover** a présenté un Ouvrage qui se compose de deux Volumes : un *Traité* de physiologie appliquée de la voix et un *Atlas* de la voix physiologique.

L'*Atlas* est constitué par une collection de figures *inédites* et *nouvelles* des attitudes internes et externes des organes de la voix en mouvement. Toutes les figures ont été composées et exécutées par l'auteur *d'après nature*, et à l'aide de *moyens d'observation personnels* et *nouveaux*, en utilisant les documents qu'il lui a été possible de recueillir au Conservatoire national de Musique et de Déclamation, où il a créé un laboratoire modeste.

Les applications envisagées dans ce travail sont de deux ordres : celles relatives à l'art vocal et celles relatives à l'industrie de la transmission téléphonique et de l'enregistrement graphique de la voix avec réversibilité sonore.

C'est la première fois que dans un travail de ce genre sont envisagés les perfectionnements que peuvent retirer d'une étude physiologique pratique et technique de la voix, d'une part la téléphonie, d'autre part la phonographie.

Rien en effet dans ces applications industrielles qui touchent la fonction vocale ne doit être livré à l'improvisation.

Les bases du perfectionnement *physiologique* du téléphone, par exemple, sont successivement présentées dans l'Atlas, dans la série des preuves visuelles des phénomènes vocaux qui y sont exposées.

Il ressort de la succession des Chapitres du *Traité* un certain nombre de points essentiellement nouveaux :

1° L'auteur a insisté, pour l'analyse vocale, sur l'importance de l'étude et de l'exposé de l'*anatomie du vivant*, qui se confond avec la physiologie même des organes vocaux essentiellement mobiles, au lieu d'en être complètement séparée, comme cela arrive, si l'on se limite à des descriptions anatomiques d'organes inertes, d'anatomie du cadavre ;

2° L'auteur a utilisé, dans l'analyse vocale, plusieurs *méthodes nouvelles d'observation* qui lui sont personnelles. Ces méthodes ont en vue de n'entraver en aucune sorte la libre élaboration des phénomènes vocaux soit par un appareil ou un instrument inopportunément appliqué :

A. *L'examen et l'étude physiologique* VISUELLE *du timbre vocal* à l'aide des BUÉES VOCALES a conduit l'auteur à MONTRER, sans aucune discussion possible, comment s'élabore par la fonction vocale du voile du palais la résonance vocale, la formation du timbre, qui est en somme *une sélection amplificatrice de la sonorité selon une hauteur déterminée.*

L'*intérêt* d'un examen *visuel* du timbre, si difficile comme analyse en acoustique, réside dans les *caractères indiscutable et contrôlable pour tous du résultat*. L'appréciation purement auditive du timbre, au contraire, conduit à des erreurs, en rapport avec le fonctionnement des centres auditifs de chacun.

C'est ainsi que par le procédé des buées vocales recueillies sur deux glaces, nasale et buccale, l'auteur précise par la forme, la durée d'évaporation de ces buées : 1° *la délimitation du timbre nasal vers l'aigu à un demi-ton près;* 2° *la détermination du maximum de dissociation des timbres nasaux et buccaux;* 3° *le mode de dégradation du timbre nasal vers l'aigu*, *trois* données précieuses pour le *classement physiologique des voix* dans l'enseignement vocal (parole et chant).

C'est ainsi encore que ces mêmes phénomènes ont conduit l'auteur à la réalisation du téléphone nasal et buccal, dans lequel se trouvent parallèlement engendrées des variations du courant microphonique de deux ordres, grâce à la dissociation des deux principaux timbres vocaux, effectuée par le fonctionnement vocal du voile du palais, sans rien changer au voltage, aux appareils, aux lignes la portée et la netteté vocale est beaucoup plus considérable.

B. Pour l'exploration physiologique et clinique de la voix et l'étude nouvelle de la phonation, l'auteur a imaginé le *laryngoscope latéral*, permettant l'examen latéral en même temps que l'examen médian du larynx.

De toutes les cavités organiques symétriques et bilatérales qui existent chez l'homme, la cavité laryngienne est la seule dont les parties latérales présentent des régions mobiles. Cette mobilité latérale est extrême, se produisant d'une façon continue, durant l'acte respiratoire et durant l'acte vocal; c'est d'elle que dépend entièrement la fonction de la phonation.

Or, malgré l'énorme intérêt que présente l'observation des parties latérales de la cavité laryngienne, on ne disposait jusqu'à aujourd'hui d'aucun instrument permettant de la réaliser. Le laryngoscope médian, le seul utilisé, ne permet de voir, quand l'épiglotte s'y prête et est bien relevée, que la projection de haut en bas des différents plans horizontaux superposés de l'image, le plan supérieur dissimulant tous les plans qui lui sont inférieurs. Ainsi, il est absolument impossible d'apercevoir l'orifice du ventricule latéral du larynx, qui n'apparaît que sous l'aspect d'une ligne. Le laryngoscope latéral permettant l'examen latéral est réalisé si l'un des miroirs est *latéralement* placé en un point fixe.

Sans contrecarrer la fonction laryngienne, ce miroir latéral a permis de

présenter toute une série d'aspects laryngoscopiques latéraux tout à fait inconnus jusqu'à ce jour.

Le principe optique sur lequel il repose est le suivant : *Dans le cas de deux miroirs faisant entre eux un angle de* 135°, *une droite parallèle à l'un des miroirs a ses deux images perpendiculaires entre elles.*

Le Dr **Pierre Achalme** a soumis au jugement de la Commission un Ouvrage important ayant pour titre : *Électronique et Biologie*.

L'auteur y étudie les actions catalytiques, les actions diastasiques et certaines transformations vitales de l'énergie.

L'étude des diastases constitue un terrain longtemps contesté entre chimistes et biologistes. Claude Bernard insista tout spécialement sur le côté biologique, et put même écrire cette phrase : « Ce n'est pas trop s'avancer que de dire que les diastases contiennent en définitive le secret de la vie. » (Voir *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, t. 1, p. 160.)

L'isolation du ferment alcoolique soluble, réalisée par Büchner, ferment que Claude Bernard avait certainement découvert avant sa mort; l'histoire des toxines et des endotoxines, après les travaux de Roux et Yersin, de Vaillard et Vincent rendit aux chimistes l'étude des diastases. Du moment que des phénomènes considérés comme *vitaux* pouvaient être provoqués par des substances amorphes, incapables de se reproduire, comme les diastases, on pense que le problème devenait simple et d'ordre purement chimique.

Le dogme de la nature purement chimique des diastases fut surtout proclamé par Fischer, affirmant que les ferments solubles agissent uniquement en vertu de leur composition chimique et qu'on peut même déduire la structure de leur molécule de la nature des corps qu'ils décomposent. C'est la fameuse comparaison de la clef et de la serrure. Après avoir partagé momentanément ces idées, le Dr Achalme reconnut vite leur insuffisance. Dans un Livre sur l'immunité, publié en 1894, il formula le concept de l'enzyme *propriété* opposé à la notion de l'enzyme *substance*, concept auquel M. Arthus consacra ultérieurement sa thèse de doctorat.

Les merveilleuses découvertes physico-chimiques faites dans ces vingt dernières années sur la nature de l'électricité, sur l'état colloïdal, sur les ferments métalliques, etc., devaient ruiner définitivement la théorie exclusivement chimique de Fischer.

Ces découvertes semblèrent à M. Achalme susceptibles de donner un corps à l'hypothèse physique concernant l'action des diastases, et c'est dans

cet Ouvrage qu'il a condensé ses idées pour le plus grand profit des biologistes et des médecins.

Il se divise en quatre Parties fondamentales : la première traite, au point de vue concret, de la structure de la matière et de l'électricité.

La deuxième cherche à expliquer par la théorie électronique certains problèmes d'Énergétique communs au monde inorganique et au monde vivant (lumière, électricité animale).

La troisième Partie est consacrée à l'énergie chimique considérée dans les actions catalytiques.

Dans une quatrième Partie l'auteur, s'appuyant sur la nature colloïdale des ferments solubles, sur les particularités du milieu où ils agissent, ne relevant aucune différence entre les diastases et les autres catalyseurs, essaie d'établir une fonction entre les phénomènes physico-chimiques et les phénomènes vitaux.

Cet Ouvrage, en dehors des vues personnelles et originales de l'auteur, a le grand mérite de résumer clairement et simplement pour les biologistes les théories et les découvertes nouvelles en Physico-Chimie.

Il comporte de plus un développement considérable donné aux indications bibliographiques sur ces questions passionnantes. Il évitera ainsi aux biologistes qui désirent faire une étude approfondie de ces sujets des recherches fastidieuses.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Dastre, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1915, la question suivante :

Des rapports du sucre combiné du sang avec les matières albuminoïdes.

Aucun Mémoire n'a été déposé au Secrétariat.

Le prix n'est pas décerné et la question, maintenue au concours, sera mise au programme de 1917.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy; Gaston Darboux, rapporteur.)

Exceptionnellement et en raison des circonstances, avec le plein assentiment de la fondatrice du prix, Mlle Juliette de Reinach, l'Académie décerne le prix Fanny Emden à M. **Jean Chatanay**, naturaliste de grande valeur, bien que ses travaux ne rentrent pas dans le cadre de ceux qu'en temps ordinaire le prix Fanny Emden est destiné à récompenser. Le lieutenant Jean Chatanay est mort au champ d'honneur. Quelques jours avant de tomber, il écrivait à sa jeune femme une lettre mâle et touchante dont l'Académie tient à reproduire un passage :

« Ma chérie, j'écris à tout hasard cette lettre, car on ne sait pas... Si elle t'arrive, c'est que la France aura eu besoin de moi jusqu'au bout. Il ne faudra pas pleurer, car, je te le jure, je mourrai heureux s'il me faut donner ma vie pour elle.

» Mon seul souci, c'est la situation difficile où tu te trouveras, toi, et les enfants... Comment pourras-tu assurer le sort des bébés et le tien? Tu peux heureusement compter sur ton ancienne situation de professeur et sur l'entier concours de tous les miens. Que je voudrais donc être sûr que l'on pourra trouver un arrangement possible.

» De l'éducation des petites, je ne suis pas inquiet, tu sauras la diriger comme je l'aurais fait moi-même. J'espère qu'elles pourront se créer la situation indépendante que je comptais leur assurer si j'avais vécu. La seule grosse difficulté sera Zette, car il te sera difficile, sinon impossible, de vivre à Paris. Je voudrais que tu discutes la situation avec Mme L..., et je suis sûr d'avance que tu feras pour le mieux. Tu embrasseras pour leur papa les chères petites, tu leur diras qu'il est parti, pour un long, très long voyage, sans cesser de les aimer, de penser à elles, et de les protéger de loin. Je voudrais que Cotte au moins se souvînt de moi... Il y aura aussi un petit bébé, tout petit, que je n'aurai pas connu. Si c'est un fils, mon vœu c'est qu'il soit un jour médecin, à moins cependant qu'après cette guerre la France n'ait encore besoin d'officiers. Tu lui diras, lorsqu'il sera en âge de comprendre, que son papa a donné sa vie pour un grand idéal, celui de notre patrie reconstituée et forte.

» Je crois que j'ai dit l'essentiel. Au revoir, ma chérie, mon amour,

Promets-moi de n'en pas vouloir à la France, si elle m'a voulu tout entier. Promets-moi aussi de consoler maman et papa, et dis bien aux petites filles que leur père, si loin soit-il, ne cessera jamais de veiller sur elles et de les aimer. Nous nous retrouverons un jour réunis, je l'espère, auprès de Celui qui guide nos existences et qui m'a donné auprès de toi et par toi un tel bonheur. Pauvre chérie, je n'ai même pas le temps de longuement penser à notre amour, si grand cependant et si fort!

» Au revoir, au grand revoir, le vrai. Sois forte.

» Ton JEAN. »

Les travaux scientifiques de M. Jean Chatanay ont été résumés dans le Rapport suivant par notre confrère, M. Bouvier :

« J'ai connu M. Chatanay à l'époque où, élève de l'École Normale supérieure, il préparait sa thèse d'agrégation pour les Sciences naturelles, sur le tarse des Coléoptères dyticides. C'est dans mon laboratoire qu'il a, pour une grande part, effectué ce travail. Je fus frappé de suite par ses hautes aptitudes et par sa ferveur entomologique qu'il avait manifestée au surplus dès le jeune âge. Son travail eut un succès mérité; au contraire des thèses d'agrégation courantes, c'était une œuvre originale, toute remplie d'observations nouvelles et d'aperçus morphologiques d'un vif intérêt. Le jeune savant qui en était l'auteur semblait fait pour se consacrer aux recherches et c'était d'ailleurs son désir le plus ardent.

» L'occasion s'en présenta de suite. Il était agrégé-préparateur à l'École Normale lorsque la Direction de l'Agriculture organisa un service entomologique pour étudier les ennemis des plantes, particulièrement la *Cochylis* et l'*Esdemiu*, qui ravageaient alors les vignes. Je le présentai à M. Vassillière qui lui confia la direction de la Station entomologique de Châlons-sur-Marne. C'est là que M. Chatanay a parcouru sa trop courte carrière, se livrant à l'observation et organisant des expériences dont on trouve quelques résultats dans le *Bulletin scientifique de France et de Belgique*, et dans un volumineux Rapport publié il y a quelques mois par M. Marchal.

» Entre temps, M. Chatanay occupait tous ses loisirs à l'étude systématique et biologique des Coléoptères ténébrionides. Le groupe est immense et c'est par dizaines de mille qu'il en faut compter les espèces; il est un des plus difficiles et, actuellement, l'un des plus délaissés du domaine entomologique; avec son ardeur inlassable et ses puissantes facultés d'assimilation, notre jeune savant y devint un maître et, de toutes parts déjà, on s'adressait à lui pour obtenir la solution des problèmes que soulève

l'étude des animaux du groupe. De là une série de Notes et de Mémoires publiés par la Société entomologique, la Revue *Insecta* et les *Annales du Musée de Genève*. En 1910, il donnait aux *Comptes rendus* une Note intéressante sur les anomalies d'un coléoptère vésicant du genre *Zonabris*.

» Dans sa pensée, toutes les publications précédentes n'étaient que le prélude d'une œuvre de vaste envergure pour laquelle il avait acquis, malgré ses ressources fort réduites, des matériaux considérables. A 28 ans, il possédait une collection de Ténébrionides digne d'un vieil entomologiste, et ses confrères le regardaient à juste titre comme un de ceux qui devait occuper le premier rang dans leur science favorite.

» La guerre est venue réduire à néant ces projets. Devenu lieutenant et cité à l'ordre du jour, Chatanay a succombé en brave, sous le feu de l'ennemi. Ses confrères ont voulu honorer sa mémoire en achetant par souscription sa collection de Ténébrionides et en la déposant au Muséum. »

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Picard, Carnot, Labbé, Prince Bonaparte; Darboux, rapporteur.)

La Commission du prix de Statistique propose d'attribuer un prix de *mille francs* à M. **Fernand de Montessus de Ballore**, directeur du Service sismologique du Chili, à Santiago, pour l'ensemble de son œuvre sur la Sismologie, appuyée sur de solides recherches statistiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Darboux, Grandidier, Émile Picard, Appell, Bouvier, de Launay; Bigourdan et Guyou, rapporteurs.)

La Commission a reçu un grand nombre d'Ouvrages ou Mémoires. Certains, peu en rapport avec les conditions du prix, ont été rejetés; d'autres ont été ajournés à un concours prochain; trois enfin ont paru mériter d'être récompensés aujourd'hui.

M. l'abbé **Albert Anthiaume**, aumônier au Lycée du Havre, a présenté cinq Mémoires imprimés de 1909 à 1912, relatifs à l'histoire de la science nautique et qui témoignent de longues et fructueuses recherches sur ce sujet difficile. Les renseignements que nous possédons sont, en effet, fort rares, parce que les manuscrits spéciaux que les marins se passaient autrefois de main en main ont disparu rapidement après l'apparition des premiers manuels techniques imprimés.

Dans le principal de ces Mémoires, relatif aux époques antérieures à la découverte de l'Amérique, M. Anthiaume étudie successivement l'histoire des diverses parties qui constituent la science nautique : Astronomie, Géographie, Cartographie, Méthodes de navigation, Instruments, Constructions navales. Toutes sont rapidement mais sérieusement explorées; en outre, des indications bibliographiques nombreuses permettront au lecteur, soit de remonter aux sources, soit de pousser plus loin ces études.

Les autres Mémoires de M. Anthiaume, moins étendus, sont d'intéressantes monographies relatives l'une à l'enseignement nautique au Havre, l'autre à un pilote havrais, G. Le Testu; une troisième décrit minutieusement un astrolabe dit « de Béthencourt » et conservé à Rouen. Enfin le dernier, fort important, est principalement consacré aux Cartes marines dans l'Antiquité et au Moyen-Age : c'est un sujet peu connu, fort intéressant et exposé ici avec des détails qu'on trouverait difficilement réunis ailleurs.

Un professeur à l'École navale, M. le lieutenant de vaisseau F. Marguet, a présenté au concours un volumineux manuscrit consacré à l'*Histoire de la longitude à la mer au* XVIII[e] *siècle, en France*.

Le problème de la latitude fut résolu aussitôt que posé, de sorte qu'il ne resta plus qu'à augmenter graduellement la précision des instruments employés; mais il n'en fut pas de même pour celui des longitudes; et c'est ce qui obligeait la plupart des navigateurs à rester en vue des côtes. Cependant il fallut le résoudre coûte que coûte, lorsqu'on voulut s'aventurer dans les profondeurs encore mystérieuses des Océans : de là d'innombrables méthodes, généralement sans portée pratique, et dont la plupart restèrent très grossières jusqu'à l'invention des lunettes. Alors la découverte des satellites de Jupiter, l'amélioration graduelle des théories lunaires, enfin les perfectionnements considérables apportés aux horloges, en donnèrent des solutions pratiques. L'histoire des tentatives ainsi faites est très intéressante et constitue un des plus admirables témoignages de la puissance du génie de l'homme. M. Marguet ne s'est pas proposé d'écrire cette histoire tout entière, mais il s'est limité aux efforts glorieux faits dans le cours du XVIII[e] siècle, et plus particulièrement en France. En restreignant ainsi son but il a pu retracer une partie des mécomptes, des dangers et des souffrances causés par l'incertitude des longitudes, et donner ainsi plus de vie et d'intérêt à son récit. Espérons qu'il continuera ses recherches en les étendant aux siècles précédents.

La nécessité d'étudier l'histoire des Sciences est reconnue depuis longtemps; même ce besoin doit se faire sentir de plus en plus, à mesure que le domaine de nos connaissances s'accroît en étendue et en profondeur.

D'un côté, en effet, la complexité de chaque science est devenue telle que la spécialisation des chercheurs est une condition primordiale du travail original; mais de l'autre cette tendance offre de grands inconvénients, car, poussée à l'extrême, elle romprait l'unité des connaissances, et les savants finiraient par ne plus se comprendre eux-mêmes. C'est grâce à l'histoire de de la Science qu'on évite ces écueils, et par suite son rôle est appelé à croître rapidement avec cette Science elle-même. De là l'importance que prennent les Revues où elle est traitée: parmi elles la Revue *Isis*, que lui consacre M. George Sarton, a su prendre d'emblée un des premiers rangs. L'invasion de la Belgique l'a interrompue dès le début de sa seconde année; nous désirons lui témoigner tout notre intérêt et faisons des vœux pour sa continuation.

En conséquence, la Commission propose de partager également le prix Binoux entre MM. **A. Anthiaume**, **F. Marguet** et **G. Sarton**.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, Darboux; A. Lacroix, rapporteur.)

La Médaille Berthelot est décernée à :

M. **Gabriel Bertrand**, lauréat du prix Jecker;
M. **Viguier**, lauréat du prix Cahours, mort au champ d'honneur;
M. **Paul Pascal**, lauréat du prix Houzeau.

PRIX BECQUEREL.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, Darboux, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; Baillaud, rapporteur.)

Parmi les travaux publiés dans ces dernières années, votre Commission a remarqué trois Notes de M. le lieutenant-colonel **Arnaud**, publiées en 1912 et 1913. Dans la première, intitulée : *Formule nouvelle pour le nivellement barométrique*, M. Arnaud, au lieu de supposer, comme Laplace, la température constante, suppose la hauteur fonction linéaire de la température; il suppose en outre que les surfaces d'égale pression ou d'égale température soient parallèles à la surface du niveau des mers. Adoptant $\frac{1}{272}$ comme coefficient de dilatation de l'air pour tenir compte de l'humidité à ce point de vue, et signalant d'ailleurs les incertitudes des diverses hypothèses faites par lui, il applique sa formule à l'observation de la hauteur

du mont Blanc faite le 29 août 1884, et trouve pour l'altitude 4810m,5, résultat assez satisfaisant, les meilleures déterminations donnant 4810m.

Dans une seconde Note du 30 septembre 1912, M. Arnaud suppose encore la hauteur fonction linéaire de la température; il remplace l'ellipse terrestre par la parabole osculatrice, la trajectoire lumineuse par un arc de cercle ayant pour courbure la courbure moyenne de la trajectoire et cet arc par la parabole osculatrice au point d'origine; il trouve alors pour la réfraction une formule utilisable particulièrement dans le cas de la réfraction horizontale.

Dans une troisième Note du 30 juin 1913, M. Arnaud poursuit l'étude dans le cas général d'une distance zénithale quelconque. Il est conduit à diviser le ciel en quatre régions dont les distances zénithales ont pour limites 0, 48°, 76°, 87°, 90°. Pour correction d'une Table générale des corrections moyennes correspondant à certaines valeurs des constantes, il donne, dans les trois premières régions, des formules en partie empiriques susceptibles d'être réduites en Tables. Dans la quatrième région, M. Arnaud estime que de telles Tables seraient sans applications pratiques, à cause de l'incertitude des observations.

Depuis, M. Arnaud a poursuivi ses recherches, mais semble n'avoir rien rédigé. L'examen minutieux de ses papiers pourra être entrepris et ces recherches être continuées par un autre : le lieutenant-colonel **Arnaud** qui, à 60 ans, avait repris du service, a été glorieusement tué à l'ennemi le 4 juin 1915. Votre Commission vous propose de lui accorder pour ses travaux une récompense de *deux mille francs*.

Deux astronomes des observatoires français ayant rendu de grands services ont aussi été victimes de la guerre, et votre Commission a saisi l'occasion qui s'est offerte à elle d'honorer leur mémoire en récompensant leurs travaux.

M. **Jean Merlin**, élève à l'École Normale en 1898, assistant à l'Observatoire de Paris en 1901, devint aide-astronome à l'Observatoire de Lyon en 1904. Agrégé des Sciences mathématiques, il orienta ses travaux vers les observations astronomiques et la discussion de leurs résultats. Dès 1904, il commence avec M. Le Cadet et continue plus tard avec M. Gallissot l'observation des étoiles les plus brillantes des systèmes triples de W. Struve et achève en 1909 le Catalogue qui contient 393 étoiles doubles ou multiples observées au méridien par W. Struve, à Dorpat. Depuis, M. Merlin, avec M. Flajolet, a formé un Catalogue de 422 étoiles variables,

observables au cercle méridien de Lyon et en a entrepris l'observation. Il a donné aux *Comptes rendus*, avec M. Guillaume, une Note sur une occultation de η Gémeaux par Vénus, le 26 juillet 1910, et avec MM. Guillaume et Luizet une Note sur des occultations d'étoiles observées pendant l'éclipse de Lune du 16 novembre 1910. Plus tard, il donna aux *Comptes rendus* une Note sur quelques théorèmes d'arithmétique et un énoncé qui les contient. Dès 1906, il avait discuté les observations de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905, faites à Tortosa par MM. André et Guillaume, à Lyon par M. Luizet, observations qui comprenaient : à Lyon, 25 mesures de l'angle de position de la corde commune aux deux disques; à Tortosa, 120 mesures de cordes ou de flèches et 122 angles de position. M. J. Hadamard, en résumant dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* un essai inachevé de démonstration de ce théorème, que tout nombre pair est la la somme de deux nombres premiers, écrit : « Merlin fut un modeste qui eut comme la pudeur de son talent. Étranger à toute pensée d'ambition personnelle, il fut uniquement possédé de ce double désir : avancer dans la Science et la faire avancer à son tour; la servir à son rang comme finalement il a servi la Patrie. » Né à Rennes le 9 mai 1876, J. Merlin est tombé au champ d'honneur le 29 août 1914.

M. **Rabioulle** fut successivement auxiliaire à l'Observatoire de Paris depuis 1904, aide-astronome à l'Observatoire de Toulouse en 1911 et 1912, puis à l'Observatoire d'Alger. Partout où il est passé, M. Rabioulle s'est montré un vaillant, toujours dévoué, apte à tout travail qu'on pût lui demander. A Paris, il donna la plus grande partie de son temps à des travaux de calcul; il s'initia en même temps aux observations en assistant M. Renan au cercle méridien du jardin et M. Boquet au grand cercle méridien. A Toulouse, il s'adonna aux observations à l'astrolabe; après avoir formé un Catalogue spécial pour cet observatoire, il fit à cet instrument, à Toulouse et au Pic du Midi, 409 observations. A Toulouse il détermina par les signaux radiotélégraphiques la longitude dont les éphémérides avaient donné deux valeurs différant d'une seconde de temps. Il trouva $3^{m}29^{s},7$ par les signaux du soir, et $3^{m}29^{s},8$ par ceux du matin. Le nombre qui inspirait le plus de confiance était $3^{m}29^{s},9$. Pendant son passage à Toulouse, il donna aux *Comptes rendus* une détermination des coordonnées géographiques de la station du Pic du Midi au moyen de l'astrolabe à prisme et de l'heure radiotélégraphique, et conclut à une déviation de la verticale pouvant atteindre 19″. Dans une autre Note, il

donne la latitude de l'axe du cercle méridien de Toulouse : 43°36′44″,5. Il publia au *Bulletin astronomique*, avec M. Besson, des observations méridiennes de planètes et de comètes, et participa à une détermination de la différence de longitude entre les Observatoires de Nice et de Toulouse.

Non moins actif pendant les 18 mois qu'il passa à l'Observatoire d'Alger, il y fit plus de 2000 observations méridiennes d'ascensions droites d'étoiles et plus de 2100 de déclinaison. Sa mort glorieuse interrompit ses travaux : le 21 septembre 1914, il fut glorieusement tué à l'ennemi.

Votre Commission vous propose de faire participer MM. **Merlin** et **Rabioulle** au prix fondé par Becquerel, en accordant à chacun d'eux une récompense de *sept cent cinquante francs*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, G. Darboux, Émile Picard, Zeiller; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix Gegner, d'une valeur de *trois mille huit cents francs*, à M. **G. Cesàro**, professeur à l'Université de Liége, pour son œuvre scientifique considérable, consacrée à la Cristallographie descriptive, notamment à l'étude des minéraux du sol belge, et aussi à des recherches théoriques de Cristallographie géométrique et optique.

En attribuant, dans les circonstances actuelles, cette distinction au président en exercice de l'Académie royale de Belgique, la Commission entend aussi témoigner sa haute estime et sa profonde sympathie au grand corps scientifique de l'héroïque pays qui lutte avec le nôtre pour le triomphe du droit et de la liberté.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; G. Darboux, rapporteur.)

Les arrérages de cette fondation sont partagés entre Mme **Cusco** et Mme **Rück**.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, Darboux, A. Lacroix, Zeiller; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission administrative propose à l'Académie de décerner, cette année, le prix Gustave Roux à M. **Lucien Berland**, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle (laboratoire d'Entomologie), sur les travaux duquel notre confrère, M. Bouvier, a présenté le Rapport suivant :

« M. Lucien Berland, licencié ès sciences, est âgé de 27 ans. Il a fait ses études à la Sorbonne. Son vrai directeur scientifique est M. Eugène Simon, correspondant de l'Institut, qui l'a guidé dans la voie des recherches en le faisant bénéficier de ses connaissances approfondies sur le vaste groupe des Arachnides. M. Berland saura continuer l'œuvre entreprise par M. Simon; il est, comme lui, naturaliste de naissance, délicat observateur et très habile dans l'art du dessin; il a d'ailleurs l'immense avantage d'être guidé par un maître et de jouir des riches collections de ce maître. M. Berland est depuis plusieurs années attaché au Muséum en qualité de préparateur; il s'y occupe des Orthoptères, des Hyménoptères et, cela va sans dire, des Arachnides. C'est le meilleur des collaborateurs et aussi l'un des plus utiles, car il parle couramment l'anglais, l'allemand et le russe.

» Ses travaux ont porté sur la biologie et sur la systématique des Arachnides. Les premiers ont trait aux migrations des Araignées par voie de transport, à leur accouplement si bizarre et à l'utilisation de certaines d'entre elles pour la capture des Mouches. Parmi les seconds, il en est deux qui ont une valeur toute particulière, à cause de leur étendue et des qualités de zoologistes qu'ils révèlent; l'un est consacré aux Arachnides récoltés par la Mission géodésique de l'Équateur, l'autre aux Araignées recueillies en Afrique occidentale par MM. Alluaud et Jeannel. Ce dernier est tout rempli d'aperçus nouveaux sur la morphologie d'une famille d'Araignées peu connue jusqu'ici, la famille des Oonopides.

» La guerre est venue interrompre les travaux de M. **Berland**, qui est depuis le mois d'octobre sur la ligne de bataille, où il a gagné ses galons de sergent-major, en attendant mieux. »

En outre, le prix réservé en 1914 sera décerné, cette année, à M. **Georges Lery**, mort au champ d'honneur.

Rapport de M. **Émile Picard**, *sur les travaux de M.* Georges Lery.

Comme tant d'autres jeunes savants, M. **Georges Lery**, professeur au Lycée Carnot, est tombé glorieusement dans la guerre actuelle. Il a été tué le 10 septembre 1914 dans la bataille de la Marne. La Commission propose de lui décerner le prix pour ses travaux *Sur la fonction de Green relative à un contour algébrique*, où l'auteur utilise de la manière la plus élégante des considérations analytiques et géométriques pour la solution des problèmes qu'il s'est posés.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, A. Lacroix, Émile Picard, Zeiller; G. Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**, chef de travaux pratiques de Mécanique à l'École nationale supérieure des Mines.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Darboux, Grandidier, Lippmann, Émile Picard, Guignard, Violle, A. Lacroix.)

L'Académie a d'abord décidé que le prix ne serait pas décerné, en 1915, en l'absence de candidats.

Mais elle a reçu plus tard de sa Section de Mécanique le Rapport suivant :

Rapport de M. le général **Sebert** *sur les travaux de M. le commandant* Batailler.

M. le chef d'escadron d'artillerie **Batailler**, qui a trouvé une mort glorieuse le 9 juin 1915 à la tête du groupe du 56e régiment d'artillerie qu'il commandait, était chargé, depuis l'année 1911, du cours de Balistique à l'École d'application de l'artillerie et du génie à Fontainebleau.

Il avait apporté, dans l'enseignement de la balistique extérieure, d'importants perfectionnements en y introduisant des vues originales et des méthodes de calcul éminemment pratiques.

Il avait notamment établi, pour le calcul du coefficient balistique, d'intéressantes formules, déduites de ses études originales sur l'influence de la forme des projectiles.

Il avait fait, de la question du tir de plein fouet et de celle du tir tendu sous de grands angles, une étude approfondie qui lui avait permis de déterminer, avec une précision inconnue jusque-là, la limite d'emploi de ces genres de tir et l'influence de la variation des éléments initiaux sur le point de chute du projectile.

Il a laissé un travail considérable sur le choix de la méthode balistique à adopter pour les armes de petits calibres, travail appuyé de nombreuses vérifications expérimentales, et il a publié des travaux originaux qui méritent une mention spéciale.

Dans un Mémoire intitulé *Contribution à la recherche des fonctions empiriques. Application de la méthode des points alignés*, publié dans la *Revue d'Artillerie* du mois de décembre 1906, il a exposé magistralement une méthode pour utiliser les procédés graphiques de la nomographie pour trouver avec facilité les différentes formes possibles de fonctions empiriques susceptibles de représenter, dans une étendue déterminée, une fonction expérimentale quelconque et a donné le moyen de déterminer avec précision les valeurs numériques des paramètres à adopter pour ces fonctions empiriques.

Dans un travail publié en avril 1907, dans la même Revue, il a traité la question de savoir si les fonctions balistiques secondaires peuvent être des fonctions d'une seule variable, ce qui permettrait de remplacer avantageusement, pour les calculs balistiques, les Tables compliquées de Siacci par des formules d'un emploi commode.

Il a établi qu'il ne peut malheureusement en être ainsi et que, quels que soient les procédés d'intégration employés, et la courbe de résistance adoptée, une méthode ne saurait conduire à des facteurs de tir fonctions d'une seule variable, sans se trouver en contradiction absolue avec les résultats expérimentaux obtenus.

Dans un second Mémoire, publié encore par la *Revue d'Artillerie*, au mois de juillet suivant, il a établi la possibilité d'utiliser certaines coniques comme courbes balistiques, lorsque la vitesse restante des projectiles reste supérieure à 300^{m} et d'arriver ainsi à faire usage, pour le calcul des trajectoires, entre certaines limites, de formules et de Tables d'emploi très pratique.

Il a montré la façon d'appliquer cette méthode au calcul des zones dan-

gereuses des trajectoires, en substituant ainsi un procédé sûr et commode à celui trop souvent illusoire auquel conduisaient jusque-là les formules ordinaires, quand les zones dangereuses atteignaient une valeur notable.

Il a donné des exemples d'abaques permettant de simplifier les calculs et les recherches de ce genre.

Enfin dans un Mémoire, publié en mars 1909, il a fait l'application de cette méthode à la détermination de la zone dangereuse maximum des trajectoires des principaux fusils en usage dans les armées européennes et notamment à celle de la trajectoire de la balle nouvelle du fusil allemand dont l'adoption récente posait un intéressant problème.

Il a montré ainsi que, contrairement à un préjugé qui avait cours alors, on serait loin encore de pouvoir réaliser la vitesse initiale nécessaire pour obtenir avec cette balle un but en blanc de 1000^m.

Ces intéressants et importants travaux ne constituent qu'une faible partie de l'œuvre militaire du commandant **Batailler**, car il avait attaché aussi son nom à des études pratiques sur le tir et sur la construction du matériel d'artillerie.

Ils montrent quelle perte la Science française et le pays ont faite par sa mort prématurée.

L'Académie des Sciences doit s'associer aux regrets qu'éprouvent tous ceux qui connaissaient ses mérites et votre Section de Mécanique vous propose de récompenser ces travaux par l'attribution posthume à sa mémoire d'un prix à prélever sur les fonds disponibles de nos donations.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport et, revenant sur sa première décision, elle décerne à M. le commandant **Batailler** un prix Wilde, d'une valeur de *deux mille francs*, pour ses travaux de Mécanique expérimentale, relatifs à la Balistique.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin; Guignard, rapporteur.)

M. **Fernand Jadin**, professeur, et M. **Albert Astruc**, professeur adjoint à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier, ont poursuivi, dans ces dernières années, des recherches dont les unes ont porté sur la présence et le dosage de l'arsenic et du manganèse dans le règne végétal, les autres sur

le dosage de ce dernier élément dans les eaux d'alimentation et les eaux minérales.

A la suite des importants travaux de M. Armand Gautier et de M. Gabriel Bertrand, qui avaient permis de conclure à l'existence normale de l'arsenic chez l'homme et les animaux, la question se posait de savoir si l'étude des végétaux ne conduirait pas au même résultat. Déjà l'arsenic avait été rencontré par M. Armand Gautier et par d'autres chimistes dans certaines algues et dans quelques substances alimentaires de nature végétale; mais ces observations fragmentaires ne nous renseignaient pas suffisamment sur la répartition de ce corps dans les plantes.

Après avoir imaginé un dispositif spécial réalisant un nouveau perfectionnement de l'appareil de Marsh, MM. Jadin et Astruc ont recherché et dosé l'arsenic dans plus d'une centaine de plantes, servant pour la plupart à l'alimentation de l'homme ou des animaux, et appartenant aux groupes botaniques les plus divers. Ces premières investigations ont montré, en premier lieu, que la présence de l'arsenic dans le règne végétal doit être considérée comme générale; en second lieu, que l'arsenic rencontré dans l'organisme de l'homme et des animaux doit provenir, tout au moins en partie, des aliments d'origine végétale. La comparaison des différentes parties d'une même plante indique aussi que les organes aériens, pourvus de chlorophylle, sont plus riches en arsenic que les organes souterrains soustraits à l'influence de la lumière; d'autre part, si l'on considère les feuilles d'une même plante, on remarque que la teneur en arsenic augmente avec l'âge.

Serrant alors la question de plus près, les auteurs se sont demandé si la quantité d'arsenic contenu dans la plante était proportionnelle à la teneur en arsenic du terrain où elle croît. Il leur a semblé que, pour arriver à une conclusion aussi nette que possible, il valait mieux s'adresser aux plantes parasites qu'aux plantes qui croissent directement sur le sol. Leurs recherches ont porté sur une vingtaine d'espèces parasites, se développant sur des hôtes variés et dans des régions différentes. Parmi ces espèces, le Gui présente un intérêt particulier, en raison de la faculté qu'il possède d'être un des parasites les moins spécialisés au point de vue de la nature de la plante hospitalière et du milieu où celle-ci se rencontre. Il est résulté de cette étude que le Gui, quoique vivant sur des arbres appartenant à des familles diverses et dans des régions différentes, contient pourtant une quantité d'arsenic à peu près constante, alors que la proportion de cet élément dans la plante nourricière est fort variable et se trouve même parfois inférieure à celle qu'on trouve dans le parasite. Par analogie, il

semble permis d'admettre que la richesse du sol en arsenic n'a pas une influence prépondérante sur la teneur des végétaux en cet élément, la plante paraissant l'absorber dans les proportions qui lui sont nécessaires.

L'attention de MM. Jadin et Astruc s'est portée ensuite sur le manganèse, dont la présence avait déjà été constatée chez diverses plantes, mais sans qu'on en eût d'abord soupçonné l'intérêt. On sait comment l'influence de cet élément dans le développement des végétaux a été, depuis, mise en relief par M. G. Bertrand. En établissant, en outre, son existence constante et sa répartition remarquable dans les organes de nombreux animaux, ce savant avait montré que le manganèse occupe une place importante à côté des autres éléments catalytiques de la matière vivante. Or, il résulte des recherches de MM. Jadin et Astruc que les conclusions relatives au règne animal peuvent s'appliquer sans exception au règne végétal : en effet, le manganèse a été décelé par eux dans toutes les plantes étudiées. Ici encore, la présence ou l'absence de chlorophylle, l'âge des organes considérés ont la même influence sur la teneur en manganèse que dans le cas de l'arsenic. Mais les plantes parasites, le Gui en particulier, n'ont pas donné des résultats analogues : la proportion de manganèse qu'on y décèle présente des variations très notables, tandis qu'elle était, comme on l'a vu, sensiblement la même pour l'arsenic. Il y a là un fait dont l'explication reste encore à trouver.

En ce qui concerne la présence du manganèse dans les eaux potables, les recherches ont porté sur celles qui servent à l'alimentation des principales villes du littoral méditerranéen, des frontières d'Espagne à celles d'Italie. Ces eaux se sont montrées généralement très pauvres en manganèse; tout au plus s'y rencontre-t-il dans celles qui ont parcouru des massifs montagneux.

Il en est autrement pour nos eaux minérales françaises. Si, parmi plus d'une vingtaine de stations dont les sources ont été soumises à la recherche du manganèse, plusieurs n'en renferment que des traces, il en est un assez grand nombre dans lesquelles la quantité de ce métal est relativement élevée. La comparaison des sources du Plateau central avec celles du massif vosgien montre que les premières sont plus magnésifères que les secondes; on remarque, en outre, que ce sont les eaux bicarbonatées qui sont les plus riches en manganèse, la proportion de cet élément paraissant être en même temps en rapport avec la quantité de fer qu'elles renferment. Ces derniers résultats semblent d'autant plus intéressants que le manganèse joue un rôle important dans les phénomènes oxydasiques, et il pourrait

bien se faire que l'action thérapeutique de ces eaux minérales fût, dans une certaine mesure, en rapport avec leur richesse en manganèse.

En résumé, les recherches dont il vient d'être question, et qui ont été exécutées avec toute la compétence et la précision nécessaires dans un ordre de travaux des plus délicats, fournissent une très intéressante contribution à la connaissance de la répartition de l'arsenic et du manganèse dans la nature.

En conséquence, la Commission propose d'accorder à MM. **F. Jadin** et **A. Astruc** le prix Lonchampt avec une somme de *trois mille francs*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Darboux, Boussinesq, Lippmann, Émile Picard, Léauté, Appell; Baillaud, rapporteur.)

Votre Commission a examiné un important travail *Sur la théorie des marées dans la mer Rouge* écrit par M. **A. Blondel**, aide-astronome à l'Observatoire de Toulouse.

M. A. Blondel s'est proposé d'appliquer la théorie des marées à une mer réelle, la mer Rouge, ce qui n'avait pas été fait encore. L'étude, faite par M. Hough, des oscillations d'une mer de profondeur uniforme recouvrant le globe et les études, faites par d'autres, des marées dans un canal artificiel tracé suivant un petit cercle, ne concernent pas des mers réelles.

H. Poincaré avait signalé l'intérêt qu'il y aurait à faire une théorie complète des marées dans un golfe ou dans un détroit, afin d'être renseigné sur le rôle peu connu du frottement. M. Blondel trouve que, dans le cas de la mer Rouge, le frottement joue un rôle considérable.

Pour établir l'équation générale des marées dans le cas d'un canal, M. Blondel démontre d'abord que : étant donnée une ligne L sur une sphère, il est possible de faire une carte de la sphère où la ligne L soit représentée en vraie grandeur sur l'axe des x. Il part de l'équation générale des marées telle qu'elle est donnée dans le *Traité des marées* de H. Poincaré, suppose que la longitude φ d'un point soit dans toute la largeur du canal développable suivant les puissances des ordonnées y du point de la carte qui correspond au point φ, θ, du canal (θ étant la colatitude), les coefficients des puissances de y étant des fonctions φ_0, φ_1, φ_2, ... de l'x du

point; dans les calculs numériques, il prend pour unité de longueur le rayon de la terre. Il discute l'ordre de grandeur des termes de l'équation et introduit les y, y_a et y_b des bords du canal correspondant à l'abscisse x. Supposant ensuite que, de l'axe du canal aux bords, la profondeur soit développable en une série ordonnée suivant les puissances de y, il obtient les équations en faisant sur y_a et y_b une hypothèse particulière $y_a = 0$, $y_b = \rho$ (ρ étant une constante arbitraire). Exprimant toutes les quantités introduites en fonction de ρ et substituant dans l'équation générale, M. Blondel obtient les équations qui déterminent les fonctions φ. Il constate que si l'on prend les i premières de ces équations, il y entre $i+2$ fonctions φ, à déterminer par les conditions aux limites.

M. Blondel obtient des équations approchées dans des cas particuliers : 1° si le canal n'est pas trop large et que la ligne adoptée pour axe soit *principale*, c'est-à-dire que les bords s'obtiennent en menant aux points de l'axe des normales égales de part et d'autre en un même point; 2° si l'axe n'étant pas principal, le canal n'est pas trop large. Il forme les équations aux limites : 1° si le canal est fermé; 2° s'il débouche dans un océan; 3° s'il se termine par une paroi normale à l'axe; 4° s'il se termine en une pointe où la profondeur devienne nulle; 5° si, à une extrémité, il se termine en pointe, et à l'autre débouche dans un océan. Il étudie le cas où le canal traverse la *latitude critique* où certaines quantités deviennent infinies.

Poincaré a montré que le problème des marées dans un canal se ramène au calcul des variations; M. Blondel complète son analyse en montrant que la formule subsiste même si la profondeur n'est pas nulle sur les bords et si l'on se donne les valeurs de φ sur une partie du contour.

Pour l'intégration, il admet que la méthode de Ritz, qui donne des résultats exacts dans le cas des cordes et des plaques vibrantes s'applique encore ici. Dans le calcul on obtient une intégrale contenant deux fonctions inconnues qui se séparent si l'axe est principal; M. Blondel montre comment conduire le calcul quand il n'en est pas ainsi.

Dans l'application à la mer Rouge, M. Blondel emprunte les données numériques au *Manual of Tides* de M. Rollin A. Harris. Il considère un axe I non principal passant à peu près par les centres de gravité des sections transversales, et un axe principal II qu'il remplace en fait par un axe principal dans une projection de Mercator; en raison des découpures des bords, l'axe principal ne pourra jamais être choisi qu'approximativement.

Sur l'axe I, M. Blondel a pris 29 points, sur l'axe II, 18; il a envisagé

les sections droites correspondantes, leurs largeurs, leurs profondeurs moyennes, la longitude et la latitude des points, leurs abscisses comptées de Périm sur l'axe. Il a envisagé les six marées les plus importantes. Il représente la fonction inconnue par $A + Bx + Cx^2$. Appliquant la méthode d'intégration de Ritz, il montre que, dans le cas qu'il étudie, les approximations successives sont convergentes. Tenant compte des variations de longueur et de largeur, il est conduit à calculer 35 intégrales qui caractérisent suffisamment la mer Rouge au point de vue des marées. Pour les six ondes envisagées, il calcule les marées moyennes. Il trouve que l'onde M_2, onde lunaire principale semi-diurne, est de beaucoup la plus considérable; il trouve l'amplitude de la marée réelle de 5^m; elle n'est pas du tout de cet ordre : elle est de $0^m,53$.

Il faut en conclure qu'un élément important a été négligé. Cette divergence ne tient certainement pas à la grande largeur de la mer Rouge, M. Blondel, au début, ayant montré que cette largeur n'est pas exagérée, étant à la limite où l'équation des marées est applicable; elle n'est pas due à un défaut de convergence : l'élément négligé est le frottement dont l'influence est d'autant plus grande que la profondeur est plus petite entre Périm et le 15e degré de latitude. M. Blondel termine par ces mots : « Il faut reprendre l'étude des marées de la mer Rouge en tenant compte du frottement; c'est ce que je me propose de faire dans un travail qui fera suite à celui-ci. »

Le temps a manqué jusqu'ici à M. Blondel pour tenir cette promesse. Depuis la rédaction de cette thèse, il a, en effet, donné un temps considérable à la révision générale dont l'avait chargé son directeur, M. Cosserat, des observations faites à Toulouse en 1908. Il a fait au grand télescope de cet observatoire de nombreuses observations des satellites de Saturne et les a réduites, de nombreux clichés de la Lune, des planètes principales, d'étoiles à grand mouvement propre de la région voisine du pôle; au Pic du Midi, il a obtenu des clichés d'amas d'étoiles et de nébuleuses. On ne peut douter que M. Blondel ait, dans la même période, médité sur les marées de la mer Rouge.

Votre Commission vous propose de lui accorder le prix Saintour de *deux mille cinq cents francs*, espérant qu'il pourra en être averti : M. **Blondel** a été blessé le 8 septembre 1914, à Fère-Champenoise; depuis cette date personne n'a reçu de nouvelles de lui.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Armand Gautier, Carnot; Edmond Perrier, Darboux et A. Lacroix, rapporteurs.)

La Commission propose à l'Académie de décerner les prix suivants :

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Jean Escard**, ingénieur civil;
Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Gustave Loisel**;
Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **Albert Buisson**.

Rapport de M. **A. Lacroix** *sur les travaux de M.* Jean Escard.

M. **Jean Escard** est l'auteur d'un grand nombre d'Ouvrages importants dans lesquels il s'est attaché à mettre au point des questions d'ordre scientifique et industriel. Il faut citer en particulier les suivants : *Les forces électriques et leurs applications industrielles* (avec préface de Moissan) (1905); *Le carbone et son industrie* (1906); *Les industries électrochimiques* (1907); *Les métaux spéciaux* (1909); *Les matières abrasives industrielles* (1910), etc.; le dernier en date est intitulé : *Les pierres précieuses* (1914).

Tous ces livres sont solidement documentés, illustrés d'une façon copieuse et intelligente; d'une manière générale ils sont bien présentés et constituent des œuvres de vulgarisation de bon aloi. La Commission propose de les encourager et de les récompenser par un prix de *mille francs*.

Rapport de M. **Edmond Perrier** *sur l'Histoire des Ménageries du Dr* Loisel.

L'Histoire des Ménageries du Dr **Gustave Loisel** est une œuvre considérable qui embrasse en trois volumes in-8° la description de toutes les collections d'animaux vivants qui ont été entretenus comme objets de curiosité, symbole de luxe ou de puissance, ou dans un but scientifique depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. Ce grand Ouvrage se termine même, en guise de conclusion, par un aperçu de ce que devrait être de nos jours une ménagerie modèle, à la fois populaire et scientifique. Pour écrire ce livre dont chaque volume se termine par une copieuse bibliographie, M. le Dr Loisel a compulsé les auteurs anciens et médiévaux qui ont entretenu leurs lecteurs des animaux exotiques arrivés vivants des contrées sauvages dans les pays civilisés depuis Thèbes jusqu'à Chantilly, tous ceux qui ont, dans les temps

modernes, décrit les ménageries royales ou municipales et les ménageries scientifiques actuelles. Il a visité la plupart des ménageries d'Europe et d'Amérique et les a bien visitées. Des planches fort bien venues et fort artistiques illustrent sa narration vivante, alerte, pittoresque au plus haut point quand il dépeint le rôle des animaux sauvages dans la vie des anciens ou des châtelains du Moyen-Age, abondante en détails intéressants et admirablement documentée quand il s'agit de notre époque. Instructif au plus haut point, d'une lecture attrayante, c'est bien là un ouvrage de haute vulgarisation scientifique, un de ceux que de Parville eût aimé à signer.

Rapport de M. **Darboux** *sur l'Ouvrage de M.* Albert Buisson.

M. **Albert Buisson** a présenté au concours pour le prix de Parville (Ouvrages) un volume in-8° intitulé : *Le problème des poudres au point de vue technique, économique et national.* Cette étude, qui a attiré l'attention de la presse étrangère, a eu surtout en vue la poudre B et les poudres étrangères en usage dans les principaux pays. Votre Commission ne pouvait le négliger en ce moment où la question des poudres préoccupe à la fois les savants et le grand public. Elle vous propose d'accorder à M. **Buisson** un prix Henri de Parville de *cinq cents francs.*

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Violle, Lemoine, Bouty, Villard, Brandy, Moureu; Lippmann, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1915, la question suivante :

Découvrir une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatino-bromure actuellement en usage.

Aucun Mémoire n'a été déposé au Secrétariat.

Le prix n'est pas décerné et la question, maintenue au concours, sera mise au programme de 1919.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Grandidier, Barrois, Douvillé, Termier, Lallemand, de Launay; A. Lacroix, rapporteur.)

Depuis 10 ans, M. **Henry Hubert** consacre tout le temps que lui laissent ses fonctions d'administrateur colonial à l'étude de la Géologie de l'Afrique occidentale française.

Dans une première mission de 2 ans (1904-1906), il avait été chargé d'une étude géologique du Dahomey; il a levé la Carte géologique au $\frac{1}{1250000}$ de cette colonie. Cette Carte a été publiée en 1908 avec, comme Mémoire explicatif, un travail important qu'il a présenté à la Sorbonne comme thèse de docteur ès sciences.

Coordonnant ensuite tout ce qui était connu sur l'Afrique occidentale française, anglaise et allemande, M. Hubert a publié (1911) la première Carte géologique de cette vaste région à l'échelle de $\frac{1}{5000000}$. Cette Carte présentait de larges surfaces sur lesquelles aucun renseignement n'avait pu être recueilli.

Depuis lors, profitant des facilités que lui donnent ses fonctions d'adjoint à l'Inspecteur général des Travaux publics de l'Afrique occidentale, M. Hubert a rédigé à l'usage des fonctionnaires de notre grande colonie des instructions et un questionnaire détaillés, qui ont fait affluer dans son laboratoire de Dakar une quantité considérable de documents : ceux-ci sont venus combler beaucoup des lacunes de la Carte, mais M. Hubert en a rempli un grand nombre d'autres par des recherches personnelles effectuées au cours de longues et pénibles missions en Guinée, au Soudan, au Sénégal et enfin à la Côte d'Ivoire.

Tous ces documents ont été mis en œuvre pour la confection d'une seconde édition de la Carte géologique de l'Afrique occidentale, dont la minute a été déposée pour le concours du Grand prix des Sciences physiques, en même temps qu'un volumineux Mémoire, accompagné de cartes détaillées concernant des régions plus limitées. Dans le plan élaboré par M. Hubert, les questions de Géographie physique, et en particulier celles qui concernent la Météorologie, le régime des eaux, sont surtout développées; des Chapitres intéressants sont consacrés à la Géologie proprement dite et à la Minéralogie. Certaines lacunes existent encore dans la description des matériaux recueillis; elles devaient être

comblées pendant le séjour en France que M. Hubert allait faire au moment de la déclaration de guerre qui l'a contraint à rester à son poste colonial : ce sera l'œuvre de demain.

La Commission estime que, dès à présent, le long effort, si continu et si fructueux, de M. **Hubert** doit être récompensé, et elle propose à l'Académie de lui attribuer le Grand prix des Sciences physiques pour 1915.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LE CONTE.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Jordan, Darboux, A. Lacroix, Chauveau, Guyon, Laveran, Labbé, Dastre, Landouzy; Roux, rapporteur.)

La vaccination anti-typhoïdique, qui immunise l'homme au moyen d'injections sous-cutanées de bacilles typhiques tués, a été précédée par la vaccination contre le choléra asiatique [1] et par la vaccination contre la peste bubonique [2]. Le vaccin anti-cholérique était, à l'origine, un vaccin vivant; celui qu'on emploie aujourd'hui ne contient que des vibrions morts. Le vaccin anti-pesteux a toujours consisté en cultures, tuées, du bacille spécifique.

La vaccination anti-typhoïdique n'a donc pas introduit dans la Médecine une méthode nouvelle de prophylaxie; cependant, ceux qui en ont montré

---

(1) C'est le Dr J. Ferran, de Barcelone, qui, lors de l'épidémie de choléra de 1885-1886, immunisa, pour la première fois, par des injections sous-cutanées de vibrion cholérique vivant. Ces inoculations, pratiquées sur 50000 personnes, démontraient qu'on peut introduire sans danger, dans le tissu cellulaire de l'homme, des quantités considérables d'un virus qui lui eût donné le choléra s'il avait pénétré dans son tube digestif. A l'époque, les expériences du Dr Ferran ont donné lieu à de multiples controverses; il n'en reste pas moins acquis que Ferran est l'inventeur de la vaccination anti-cholérique. A partir de 1894, Haffkine fit, aux Indes, un grand nombre de vaccinations anti-cholériques au moyen d'un virus fixe; depuis les démonstrations d'Haffkine, la vaccination anti-cholérique est couramment mise en œuvre.

(2) En 1897 Haffkine commença à immuniser contre la peste bubonique par l'injection de cultures de bacilles pesteux chauffées à 65°.

La première tentative pour conférer l'immunité avec un virus non vivant est celle de Toussaint en 1880. Elle a inauguré toute une série de travaux qui ont démontré qu'on pouvait vacciner contre diverses maladies au moyen de virus tués; l'histoire de ce qui a été fait dans cette direction, de 1880 à 1888, est bien connue de tous les bactériologistes, nous ne la rappellerons pas ici.

l'efficacité et réglé son emploi, ont droit à notre reconnaissance parce que leur tâche était très difficile et qu'il leur a fallu une grande persévérance pour entraîner les convictions.

Les progrès de l'hygiène ont grandement diminué les cas de fièvre typhoïde; toutefois cette maladie cause encore un nombre important de décès, surtout parmi les jeunes gens; et, parfois, elle sévit d'une manière épidémique sur certaines agglomérations. Dans les circonstances où il est difficile d'observer les règles de l'hygiène, la fièvre typhoïde fait de grands ravages, c'est le cas des troupes en campagne; aussi, dans tous les pays, est-ce l'armée qui a bénéficié la première de la vaccination anti-typhoïdique.

Avant d'appliquer à l'homme une méthode prophylactique on en fait l'épreuve sur les animaux. C'est la voie qui a été suivie par les expérimentateurs. Dès 1887, E. Frankel et Simmonds, Sirotinin, Beumer et Pieper constatèrent que les animaux qui ont résisté à une première inoculation de bacilles typhiques, supportent, sans en souffrir, une dose de virus qui fait périr les témoins. MM. Chantemesse et Widal, dans deux Mémoires, parus en 1888 et en 1892, ont montré que les souris et les cobayes qui ont reçu, sous la peau, des cultures de bacilles typhiques tuées par chauffage soit à 115°, soit à 100°, résistaient à l'inoculation d'un bacille virulent qui tuait les animaux neufs.

Telles sont les expériences *in anima vili* qu'on trouve à l'origine de la vaccination anti-typhoïdique. Une sérieuse raison empêchait d'étendre d'emblée à l'espèce humaine les résultats obtenus sur les animaux : c'est que l'infection causée par le bacille typhique, chez ces derniers, ne ressemble en rien à la fièvre typhoïde de l'homme. Celui-ci prend la maladie par ingestion, elle se manifeste après une période d'incubation et dure plusieurs septenaires avec des lésions constantes et caractéristiques de l'intestin. Jusqu'ici on n'a pas réussi à donner, aux animaux de laboratoire, non plus qu'aux singes inférieurs, la fièvre typhoïde par le tube digestif [1];

---

[1] M. Metchnikoff, en faisant ingérer à des chimpanzés du virus typhoïdique (déjections de malades ou cultures pures de bacille typhique), leur donne une affection qui se déclare après une période d'incubation de 6 à 8 jours, par une fièvre persistant de 4 à 8 jours et pendant laquelle on trouve le bacille spécifique dans le sang. Dans la majorité des cas, les chimpanzés guérissent; quand ils meurent, le foie, la rate, les ganglions lymphatiques contiennent le bacille d'Eberth et les plaques de Peyer sont hypertrophiées. La fièvre typhoïde du chimpanzé rappelle la fièvre typhoïde de l'enfant.

ils ne sont infectés que par l'inoculation sous-cutanée, intra-veineuse ou intra-péritonéale, de doses suffisantes de cultures; alors, ils succombent en quelques heures ou se rétablissent promptement.

Seule l'expérimentation sur l'homme pouvait résoudre la question; Sir **Almroth Wright**, professeur à l'École de Médecine militaire de Netley, a eu le mérite de l'entreprendre et de la mener à bien.

Wright a raconté comment, étant aux Indes, il vit appliquer les inoculations contre le choléra, et comment il s'entretint avec Haffkine de la possibilité d'utiliser une méthode semblable à la prévention de la fièvre typhoïde.

Dès 1896, Wright s'était mis à l'œuvre, il fut encore affermi dans son dessein lorsque MM. Pfeiffer et Kolle eurent découvert dans le sérum de personnes ayant reçu des bacilles typhiques tués sous la peau, les mêmes anti-corps que ceux qui existent chez les individus guéris de la fièvre typhoïde.

Tout d'abord il était nécessaire de s'assurer de l'innocuité de ces injections de bacilles tués, puis il fallait déterminer les doses à employer. Wright et ses collaborateurs opèrent sur eux-mêmes et sur des patients de bonne volonté, en se guidant sur le dosage des anti-corps dans le sang. Des procédés aussi originaux qu'ingénieux furent imaginés pour faciliter ces investigations minutieuses.

Après ce travail préliminaire, il n'y avait plus qu'à faire l'expérience sur une grande échelle. Les troupes anglaises servant aux Indes, en Égypte, à Chypre et dans l'Afrique du Sud payent un fort tribu à la fièvre typhoïde; c'est sur elles que Wright pratiqua les premières vaccinations antityphoïdiques. Les hommes de bonne volonté étaient immunisés, les autres servaient de témoins. Malgré l'incertitude résultant des variations dans les effectifs, des changements de séjour, de l'absence de contrôle bactériologique dans le cas de maladie, les résultats que Wright présenta à la première Commission anglaise, chargée de vérifier l'efficacité de la nouvelle vaccination, montraient que la mortalité était environ deux fois moins forte chez les vaccinés.

Aussi, lorsqu'à la fin de 1899 survint la guerre avec les Boers, Sir A.-E. Wright obtint de l'Administration de la guerre l'autorisation d'immuniser les soldats partant pour l'Afrique du Sud. La vaccination était facultative, elle était pratiquée avant le départ d'Angleterre et en cours de route. D'après le lieutenant-colonel Simpson, 14625 hommes reçurent le vaccin antityphoïdique. Au bout de 3 ans de campagne il ne fut pas possible de dresser des états rigoureux pour tous les corps, mais pour certains

d'entre eux la statistique put être établie, notamment pour les troupes assiégées à Ladysmith. La morbidité et la mortalité étaient environ 7 fois plus fortes sur les non-vaccinés que sur les vaccinés. Tous les documents furent soumis à la Commission, qui, après une étude approfondie, reconnaissait, dans son Rapport préliminaire de juillet 1904, les heureux effets de la nouvelle méthode.

A partir de 1900, la pratique de la vaccination contre la fièvre typhoïde se généralise dans les troupes coloniales anglaises, surtout dans l'armée des Indes, et de nombreuses statistiques sont publiées qui en démontrent les avantages. Parmi les plus convaincantes sont celles du Dr B. Leishman, à cause de la rigueur avec laquelle elles ont été dressées et du nombre d'individus qu'elles comprennent. Sur 5473 soldats vaccinés, 21 ont eu la fièvre typhoïde et 2 ont succombé, tandis que 6610 non vaccinés ont fourni 187 malades et 26 décès. Les résultats, publiés en 1910 par le même auteur, se rapportent à un chiffre encore plus élevé de vaccinés, chez eux, la morbidité est de 5,39 pour 100, au lieu de 30,4 chez les non-inoculés. Quant aux décès ils sont de 8,9 pour 100 malades vaccinés et de 16,9 pour 100 malades non vaccinés.

Le vaccin employé d'abord par Wright consistait en cultures de bacille typhique dans du bouillon peptoné, faites à 37° et âgées de 10 à 12 jours. Les bacilles étaient tués par un chauffage à 62°, et, après refroidissement, on ajoutait au liquide 0,5 pour 100 de lysol pour assurer la conservation. 1^{cm^3} de ce vaccin renferme un milliard à un milliard et demi de corps microbiens. On pratique trois injections, à huit jours d'intervalle, la première de $0^{cm^3},5$, la deuxième de 1^{cm^3}, la troisième de $1^{cm^3},5$. Un perfectionnement important dans la préparation du vaccin a été apporté par MM. Leishman, Semple et Harrison, qui ont reconnu que les cultures chauffées seulement à 53° constituent un vaccin plus efficace. Le vaccin employé dans ces dernières années est donc une culture en bouillon, âgée de 48 heures, chauffée à 53° et additionnée à froid de 0,4 pour 100 de lysol. Il conserve ses propriétés pendant six mois au moins, à la température ordinaire.

La préparation de ce vaccin est simple, elle demande le minimum de manipulations, de sorte qu'en cas d'urgence on peut s'en procurer de grandes quantités en peu de temps. C'est ainsi que, dans la guerre actuelle, la nombreuse armée que les Anglais ont transportée en France a pu être vaccinée, en grande partie sur le front même, au moyen de deux injections seulement, sans immobiliser les effectifs d'une façon gênante pour le commandement. Bien que la vaccination soit toujours facultative dans les troupes du Royaume-Uni, 95 pour 100 des effectifs sont immunisés, car

les médecins militaires anglais n'admettent aucune autre contre-indication qu'un état de maladie manifeste. Trois bactériologistes avec quelques aides ont suffi pour préparer l'énorme quantité de vaccin utilisé.

La vaccination anti-typhoïdique ne met pas à coup sûr à l'abri de la maladie, puisqu'on relève toujours un certain nombre de cas parmi les vaccinés, mais la protection qu'elle donne est cependant efficace pour le plus grand nombre; elle est d'une assez longue durée pour que la méthode soit vraiment pratique. De plus, les médecins sont d'accord que la maladie est moins grave chez les vaccinés qui sont atteints.

Ces constatations ont été vérifiées dans tous les pays où la vaccination anti-typhoïdique s'est répandue. Les Allemands en ont fait usage, avec succès, en 1904, dans la guerre contre les Hereros, en employant le vaccin de MM. Pfeiffer et Kolle. Depuis 1909, les États-Unis ont introduit la nouvelle vaccination dans leur armée et ensuite l'ont rendue obligatoire. En France, la loi Léon Labbé, votée en 1914, prescrit la vaccination obligatoire de nos soldats (1). En Italie, en Grèce, au Japon, etc., des inoculations en grand nombre ont été faites sur les troupes. Dans plusieurs pays, les administrations hospitalières exigent de ceux qui veulent faire partie de leur personnel qu'ils se soumettent d'abord à la vaccination contre la fièvre typhoïde.

La guerre actuelle est l'occasion d'une immense expérience de l'immunisation anti-typhoïdique, les millions d'hommes qui sont aux prises sur les divers fronts l'ont presque tous subie. Les statistiques ne pourront être établies qu'une fois la guerre terminée; la lutte qui dure depuis de longs mois, dans les tranchées sur le front occidental, est des plus favorables à l'éclosion des maladies typhoïdiques. L'expérience a déjà appris que la vaccination contre la fièvre typhoïde ne suffit pas à elle seule, et qu'il devient nécessaire d'y joindre l'immunisation contre les bacilles paratyphoïdiques.

Malgré l'autorité particulière que donnait à Sir Almroth Wright ses beaux travaux scientifiques et sa haute situation dans la Médecine militaire anglaise, la méthode qu'il proposait ne fut pas acceptée sans contrôle. Lui-même sollicita la nomination d'une Commission d'étude; cette Commission déposa un premier Rapport favorable en 1904 et continua ses travaux jusqu'en 1912, où elle en fit paraître un second très documenté, dans lequel elle étudie la plupart des vaccins qui ont été préconisés depuis que Wright

(1) Actuellement, dans notre pays, les troupes de l'armée de terre sont immunisées par le vaccin du Dr Vincent, et celles de la marine par le vaccin chauffé du Dr Chantemesse.

a fait connaître le sien; elle conclut qu'aucun de ceux qu'elle a examinés ne présente d'avantages sur les cultures chauffées à 53°.

C'est à Sir Almroth Wright que nous sommes redevables du bienfait de la vaccination antityphoïdique. On peut dire qu'elle est entrée définitivement dans la pratique, en 1904, avec la publication de son Ouvrage *A short treatise on antityphoïd inoculation*. Il l'a étudiée scientifiquement avec une remarquable sagacité; avec un sens pratique très sûr il a proposé la méthode la plus simple et la plus facile à mettre en œuvre; avec une inlassable persévérance il a surmonté tous les obstacles.

En reconnaissance de ces grands mérites votre Commission propose d'attribuer le prix Le Conte à Sir **Almroth Wright**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Les prix ne sont pas décernés.

PRIX LAPLACE ET RIVOT.

Ces prix, réservés aux premiers élèves sortant de l'École Polytechnique, n'ont pas pu être décernés cette année.

FONDS BONAPARTE.

Rapport *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1915 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Commissaires : M. le Prince Bonaparte, membre de droit, et MM. E. Perrier, président de l'Académie, Darboux, Carnot, Violle, Haller, A. Lacroix, Villard; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La Commission a eu à examiner une vingtaine de demandes de subvention. Elle vous propose d'accorder :

1° Une somme de 3000fr à M. **Auguste Lameere**, professeur à l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie royale de Belgique, pour lui permettre, dans les circonstances exceptionnelles où il se trouve actuellement, de continuer, à la Station zoologique de Roscoff, ses recherches sur les Dicyémides. Cette demande était vivement appuyée par notre confrère M. Bouvier;

2° Une somme de 4000fr à M. **Charles Le Morvan**, aide-astronome à l'Observatoire de Paris, pour achever la publication de la Carte photographique et systématique de la Lune. Tous les documents relatifs à la deuxième et dernière Partie de ce bel Ouvrage sont prêts pour la publication. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. Violle, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux;

3° Une somme de 2000fr à M. **Paul Vayssière** pour la continuation de ses recherches sur diverses espèces de Cochenilles qui paraissent d'un grand intérêt non seulement au point de vue économique, mais aussi à celui de la Biologie générale. En effet, nombreuses sont les Cochenilles sur lesquelles on ne possède à peu près aucune donnée, dont certaines sont nuisibles aux cultures et dont d'autres peuvent être appelées, au contraire, à prendre une grande importance dans les plantations. D'autre part, certaines de ces espèces de Coccides ont vraisemblablement des cycles évolutifs complexes et des hôtes multiples. La série de recherches entreprises par M. Paul Vayssière depuis plus de trois ans, et les résultats déjà obtenus, sont de sûrs garants des résultats à venir. Cette demande est appuyée par nos confrères MM. Bouvier et Paul Marchal;

4° Une somme de 3000fr à M. **François de Zeltner**, explorateur, pour contribuer aux frais d'un voyage qu'il va entreprendre dans le Sahara soudanais, et plus particulièrement dans le Massif de l'Aïr. M. de Zeltner a déjà fait en Afrique cinq séjours prolongés qui lui ont permis d'acquérir l'expérience de la vie dans la brousse et des recherches qu'on peut y entreprendre. L'explorateur a déjà rapporté, de ses voyages antérieurs très fructueux, d'importantes collections qui ont été déposées soit au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, soit au Musée d'Ethnographie. La nouvelle exploration que se propose de faire M. de Zeltner est préparée dans tous ses détails et donnera sûrement des résultats très intéressants. Cette demande a été soutenue devant la Commission par notre confrère, M. Edmond Perrier;

5° Une somme de 2500fr à M. **Léonard Bordas**, professeur adjoint à la

Faculté des Sciences de Rennes, pour l'aider à poursuivre ses investigations relatives aux Insectes qui attaquent les arbres de nos forêts et plus spécialement aux espèces qui causent actuellement de grands ravages dans les bois du Plateau Central et de l'ouest de la France. M. Bordas est l'un des plus laborieux de nos naturalistes français, et des recherches de ce genre exigent de nombreux déplacements; de plus la récolte des larves lignicoles est pénible et souvent coûteuse, à cause des arbres à faire abattre en certains cas. Les nombreux travaux dus à M. Bordas permettent d'avoir une entière confiance dans l'intérêt de ceux qu'il entreprend actuellement. Notre confrère, M. Edmond Perrier, a lu à la Commission un Rapport très favorable sur cette demande;

6° Une somme de 3000^{fr} à M. **Joseph Bouget**, botaniste de l'Observatoire du Pic du Midi, pour réaliser sur une plus grande surface les essais de culture faits par l'auteur sur les conditions du reboisement et sur le semis de plantes pastorales pour l'amélioration des pâturages dans les Pyrénées. M. Joseph Bouget, qui a publié depuis de nombreuses années des travaux sur la Flore pyrénéenne, est le botaniste français qui connaît le mieux cette Flore. Il a créé, en 1908, un champ d'expériences dans les vastes pâturages de l'Esquiou, et installé de petites stations d'observation qu'il a établies à des altitudes variées. Les résultats obtenus par M. Bouget sur l'influence qu'exercent les conditions météorologiques, l'exposition, la nature du terrain et la végétation déjà existante, sont très encourageants. Nul doute que si ce naturaliste possède les moyens matériels nécessaires à l'extension de ses observations et de ses expériences, il n'arrive à des conclusions intéressantes au point de vue scientifique comme au point de vue pratique. M. Angot, directeur du Service météorologique, et le signataire du présent Rapport ont appuyé cette demande;

7° Une somme de 3000^{fr} à M. **Henry Devaux**, professeur de Physiologie végétale à la Faculté de Bordeaux, pour continuer ses recherches sur la culture des plantes dans les régions arides ou semi-désertiques. Il n'est pas besoin de rappeler ici les travaux de Physiologie végétale de M. Devaux dont plusieurs sont devenus classiques. Il s'agit, au point de vue de ses récentes recherches, de la position d'un problème intéressant, qui résulte des observations de l'auteur faites en Tunisie et des expériences entreprises par lui à Bordeaux. Ce problème est relatif à l'absorption des eaux pluviales par le sol, à la préservation de ces eaux contre l'évaporation, et aussi aux conditions qui permettent une répartition convenable de cette

eau et sa mise à la portée des racines. Cette demande a été accordée sur l'exposé fait par le signataire du présent Rapport;

8° Une somme de 2000fr à M. **Victor Piraud**, licencié ès sciences, à Grenoble, pour continuer ses études sur la faune des torrents et des lacs alpins, en particulier aux hautes altitudes. Ces recherches sont actuellement assez avancées, mais il est impossible à l'auteur de les continuer faute de moyens nécessaires. M. Piraud, qui a déjà publié sur cette question diverses Notes remarquées, se propose d'étudier la répartition des espèces les plus intéressantes soit par leurs caractères alpins, soit par leur dissémination. Il a commencé aussi à étudier les rapports de ces distributions avec les caractères géographiques et géologiques des massifs étudiés. Cette demande a été appuyée par notre confrère M. Dastre et par MM. Kilian et Mirande, professeurs à la Faculté des Sciences de Grenoble;

9° Une somme de 2000fr à M. **Marc Tiffeneau**, agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, pharmacien en chef de l'Hôpital Boucicaut. M. Tiffeneau, grâce à cette subvention (il ne dispose d'aucun crédit de laboratoire), pourra continuer ses études sur les phénomènes de transposition moléculaire en Chimie organique, l'une des plus délicates et des plus captivantes questions de cette partie de la Science. M. Tiffeneau se consacre depuis 10 ans à ce genre de recherches, et a déjà obtenu de nombreux résultats, notamment dans la série des corps à chaîne ouverte. Or, pour faire aboutir des expériences de cette nature, il faut partir de matières premières coûteuses et dont la préparation exigerait un temps long et précieux. Cette subvention a été accordée sur le Rapport très favorable de notre confrère M. Haller.

En résumé, la Commission vous propose l'emploi suivant des sommes mises à la disposition de l'Académie par la générosité de notre confrère le Prince Bonaparte :

	fr
1. M. Lameere	3000
2. M. Le Morvan	4000
3. M. P. Vayssière	2000
4. M. de Zeltner	3000
5. M. L. Bordas	2500
6. M. J. Bouget	3000
7. M. H. Devaux	3000
8. M. Piraud	2000
9. M. Tiffeneau	2000

Soit un total de 24500fr.

A la suite de la distribution de 1914, il restait un reliquat de 2500fr; en raison des circonstances et *à titre tout à fait exceptionnel*, le Prince Bonaparte l'a mis à la disposition de l'Académie pour les œuvres de guerre qu'elle patronne; cette somme a été employée suivant ces indications.

La Commission avait à distribuer une annuité de 50000fr.

Si nos propositions sont acceptées, il restera donc en réserve une somme de 25500fr.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. Edmond Perrier, président de l'Académie; G. Darboux et A. Lacroix, secrétaires perpétuels; Émile Picard, Le Chatelier et le prince Bonaparte, membres élus.)

Rapport du Conseil de la Fondation, donnant connaissance à l'Académie des décisions qu'il a prises pour l'année 1915, *par M.* Edmond Perrier, *rapporteur*.

C'est la première fois que l'Académie des Sciences distribue les libéralités qu'elle tient de la générosité de A.-T. Loutreuil à qui les hommes de science ne seront jamais assez reconnaissants, non seulement pour les sommes importantes dont il a disposé en leur faveur, mais encore en raison du grand exemple qu'il a donné.

Un règlement a été élaboré, déterminant la procédure à suivre pour distribuer les subventions le plus équitablement possible en demeurant dans l'esprit qui a inspiré la donation; j'en rappellerai les dispositions essentielles :

D'après les dispositions prises par le testateur, les demandes de subventions à prélever sur le fonds Loutreuil sont examinées par deux organisations successives :

1° Le Comité qui choisit, parmi les demandes qui lui sont adressées, celles qui lui paraissent susceptibles d'être accueillies;

2° Le Conseil qui, après avoir pris connaissance des propositions du Comité, prend les décisions définitives.

Ces deux organismes ont fait leur travail et ce sont les décisions du Conseil et leur justification qui font l'objet de ce Rapport adressé à l'Académie, en exécution du règlement élaboré par le Conseil et récemment approuvé par l'Académie.

Les demandes adressées au Comité se répartissent en trois catégories :

1° Celles qui sont formulées par les établissements désignés par le testament;

2° Celles qui proviennent d'établissements admis par le Président de l'Académie à participer aux subventions du fonds Loutreuil;

3° Celles qui émanent de simples particuliers.

Les demandes appartenant aux deux premières catégories ont été examinées d'abord par les conseils d'administration des établissements intéressés; elles présentent de ce fait des garanties particulières; elles n'en ont pas moins été discutées à nouveau. Il est entendu, d'ailleurs, que les demandes portant sur des constructions ou des aménagements qui sont à la charge de l'État ou des villes seront uniformément rejetées.

Le Muséum d'Histoire naturelle demande 1000fr pour continuer des recherches sur les Orchidées entreprises par M. le professeur **J. Costantin**; 5700fr pour achats d'accumulateurs et 4300fr pour une installation radiographique qui manquaient au laboratoire de M. le professeur **Jean Becquerel**. Dans un Rapport spécial M. Jean Becquerel a indiqué la nature des travaux intéressants qu'il compte poursuivre à l'aide de ces appareils.

Le Conseil accorde ces subventions.

Parmi les subventions demandées par le Collège de France, le Conseil accorde 4000fr à M. **G. Gley** pour l'installation d'un appareil frigorifique dans son laboratoire;

5000fr à M. **L. Cayeux** pour compléter l'outillage de son laboratoire de Géologie qui avait été jusque-là uniquement installé en vue de recherches pétrographiques;

2400fr à M. **Müntz**, membre de l'Institut, directeur du Laboratoire de Chimie végétale de Meudon qui dépend de la station de recherches du Collège de France, pour la remise en état d'une serre d'expériences;

2000fr à M. **L. Nattan-Larrier** pour l'achat d'un centrifugeur et d'une étuve pour cultures microbiennes.

Les Observatoires de province sont tous rattachés aux Universités qui

ont reçu un legs spécial de M. Loutreuil. Le Conseil ne peut donc retenir que celles de leurs demandes qui sont relatives à des recherches d'ordre tout personnel des astronomes. C'est à ce titre que 3000^{fr} sont attribués à M. **Gonnessiat**, directeur de l'Observatoire d'Alger, pour la construction d'un appareil destiné à mesurer l'intensité des ondes hertziennes et pour un séismographe vertical.

Au titre de l'École Polytechnique, le Conseil accorde 3000^{fr} à M. **E. Carvallo** pour continuer ses recherches sur une méthode de tir contre les aéronefs.

Les Écoles vétérinaires de Lyon et d'Alfort reçoivent chacune 5000^{fr} pour l'entretien de leur bibliothèque; pour le même motif, 3000^{fr} sont attribués à l'École vétérinaire de Toulouse et 1000^{fr} à M. **Montané** qui se propose de réorganiser les collections anatomiques de cette École.

Parmi les établissements de la deuxième catégorie, les sommes suivantes ont été attribuées sur la demande du Conservatoire des Arts et Métiers :

3000^{fr} à M. **Marcel Deprez** pour des expériences relatives à la transmission de la chaleur des gaz à des parois métalliques, constamment refroidies, et pour des expériences sur les phénomènes électriques auxquels pourraient donner lieu les moteurs à explosion;

4500^{fr} à M. **A. Job**, destinés à acheter une bombe calorimétrique, un transformateur électrique et d'autres appareils nécessaires à ses recherches sur les vitesses des réactions oxydantes;

6000^{fr} à M. **Jules Amar** pour perfectionner l'outillage destiné à l'étude des efforts musculaires de l'homme au travail, à l'aide de la méthode graphique et de la chronophotographie.

En tête de la troisième catégorie vient la Société de documentation bibliographique, dirigée par M. **Jules Garçon** et dont plusieurs de nos confrères, MM. Bertin, Armand Gautier, Haller, Le Chatelier et Roux font partie. Cette Association publie un recueil contenant nombre de renseignements utiles sur les publications relatives surtout à l'industrie et aux sciences appliquées au progrès industriel. Le Conseil a fixé à 2000^{fr} la somme à lui attribuer, comme témoignage de sympathie.

M. **Henri Piéron** a fait d'excellents travaux de psychologie physiologique. Son laboratoire des Hautes Études, établi à la Sorbonne, n'a aucun outillage. Le Conseil lui alloue 2000^{fr}.

M. **Louis Mengaud**, professeur au lycée de Toulouse, a entrepris depuis

plusieurs années des recherches sur la géologie de la région cantabrique, dans la province de Santander, en Espagne. Il a besoin de faire dans cette région une dernière exploration et d'accomplir divers voyages afin de déterminer ses fossiles en les comparant à ceux des grandes collections; il demande 2400fr pour subvenir à ces dépenses et faire imprimer son Mémoire. Le Conseil les lui accorde.

M. **Charles Marie** publie des Tables de constantes numériques qui sont de la plus grande utilité pour les physiciens, les chimistes et les physiologistes. Le Conseil lui accorde les 10000fr qu'il demande pour continuer son œuvre utile.

M. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Paris, appuyait, en raison des services rendus à l'Astronomie par M. **Camille Flammarion**, une demande que présente celui-ci en faveur de l'Observatoire privé de Juvisy. Le Conseil accorde 3000fr à cet établissement.

4000fr sont attribués à M. **Émile Miège**, comme fonds de concours pour la création d'un champ d'expériences à Rennes.

M. **Douvillé** signale au Conseil l'importance qu'il y aurait à publier un Mémoire qu'il a rédigé pour la description des fossiles recueillis par M. J. Couyat-Barthoux, à qui a été attribué cette année le prix Tchihatchef pour ses études sur le massif du Sinaï. 1000fr sont accordés pour la préparation des planches de cette publication qui sera imprimée dans les *Mémoires de l'Académie*.

Le total des subventions votées par le Conseil s'élève à 82300fr. Cette somme n'épuise pas les fonds disponibles. Les circonstances que nous traversons n'ont pas permis à tous les chercheurs de poursuivre les travaux commencés ou d'en entreprendre de nouveaux; le Conseil, tenu de se maintenir dans les termes du legs, n'a pu étendre aussi loin qu'il l'aurait désiré les allocations destinées à subvenir aux besoins de la recherche scientifique. Il espère que le réveil qui suivra le retour aux conditions normales du travail permettra désormais d'épuiser périodiquement les ressources que le fonds Loutreuil met au service des progrès de la Science française.

1° Établissements désignés par le testament Loutreuil.

			fr
Muséum d'Histoire naturelle	MM.	Costantin	1000
»		Becquerel	10000
Collège de France		Gley	4000
»		Cayeux	5000
»		Müntz	2400
»		Nattan-Larrier	2000
Observatoire		Gonnessiat	3000
École Polytechnique		Carvallo	3000
École vétérinaire d'Alfort			5000
» de Lyon			5000
» de Toulouse			3000
»		Montané	1000

2° Établissements admis par le Président.

Conservatoire des Arts et Métiers	MM.	Marcel Deprez	3000
»		Job	4500
»		Amar	6000

3° Demandes directes.

MM. Flammarion	3000
Garçon	2000
Piéron	2000
Mengaud	2400
Marie	10000
Miège	4000
Douvillé	1000
Total	82300

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS
POUR LES ANNÉES 1917, 1918, 1919, 1920.... (*)

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCOEUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées*.

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie remet au concours, pour l'année 1917, la question suivante, déjà proposée en 1913 :

Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

(*) Les concours de 1916 étant clos le 31 décembre 1915, la liste des prix proposés pour 1916, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'*itération* d'une substitution à une ou plusieurs variables, c'est-à-dire la construction d'un système de points successifs P_1, P_2, ..., P_n, ..., dont chacun se déduit du précédent par une même opération donnée :

$$P_n = \varphi(P_{n-1}) \quad (n = 1, 2, \ldots, \infty)$$

(φ dépendant rationnellement, par exemple, du point P_{n-1}) et dont le premier P_0 est également donné, intervient dans plusieurs théories classiques et dans quelques-uns des plus célèbres Mémoires de Poincaré.

Jusqu'ici les travaux bien connus consacrés à cette étude concernent surtout le point de vue « local ».

L'Académie estime qu'il y aurait intérêt à passer de là à l'examen du domaine entier des valeurs que peuvent prendre les variables. Dans cet esprit, elle met au concours, pour l'année 1918, la question suivante :

Perfectionner en un point important l'étude des puissances successives d'une même substitution, l'exposant de la puissance augmentant indéfiniment.

On considérera l'influence du choix de l'élément initial P_0, *la substitution étant donnée, et l'on pourra se borner aux cas les plus simples, tels que les substitutions rationnelles à une variable.*

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel alternatif* est destiné à récompenser l'auteur français ou étranger du travail le plus important pour le progrès des Mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1918 à un *travail sur les Mathématiques pures*.

Voir, pour 1917, au programme des prix de Mécanique.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca- » démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant* » *des instruments utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et* » *des sciences pratiques et spéculatives* ».

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix *annuel alternatif*, destiné à récompenser l'auteur français ou étranger du travail le plus important pour le progrès des Mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1917 à un *travail sur les Mathématiques appliquées*.

Voir, pour 1918, au programme des prix de Mathématiques.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser *l'auteur français vivant de recherches sur les mouvements des fluides, n'ayant pas encore été l'objet d'un prix et jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'hydraulique; les recherches, si elles sont théoriques, devront avoir été vérifiées par des résultats d'expériences ou d'observations.*

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement*, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500fr).

Ce prix *annuel alternatif* est destiné à récompenser des *travaux originaux de Physique ou de Mécanique.*

Voir, pour 1917, au programme des prix de Physique.

Le prix sera attribué en 1918 à des *travaux originaux de Mécanique.*

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

Prix biennal à sujet variable.

Le prix n'ayant pas été décerné en 1914, l'Académie remet au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.

L'Académie met au concours, pour l'année 1918, la question suivante :

Étude théorique et expérimentale des roulements à billes.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce prix *biennal alternatif* est destiné à récompenser *le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle, par exemple, que la direction des ballons.*

Il sera décerné à l'auteur d'une invention de Mécanique, en 1917.

Voir, pour 1919, au programme des prix de Physique.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Ce prix *unique* de *cent mille francs* sera donné sans exclusion de nationalité à celui qui trouvera le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars, c'est-à-dire faire un signe à un astre et recevoir réponse à ce signe.

Tant que la solution demandée ne sera pas obtenue, les intérêts seront cumulés pendant cinq années et formeront un prix décerné à un savant français ou étranger, qui aura fait faire un progrès réel et sérieux soit dans la connaissance intime des planètes de notre système solaire, soit dans les relations des planètes de ce système avec la Terre, au moyen d'instruments de Physique ou d'Optique plus perfectionnés ou par tout autre mode d'inspection ou d'investigation.

Le prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1920.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel*, qui consiste en une médaille d'or, ou la valeur, est donné à celui qui a fait l'observation la plus curieuse ou le Mémoire le plus utile pour le progrès de l'Astronomie, en France ou ailleurs.

A défaut d'observation ou de Mémoire assez remarquable, la médaille pourra être décernée, comme encouragement, à quelque élève qui aura fait preuve de zèle pour l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* doit être décerné « *à des travaux conformément au prix Lalande* ».

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal,* qui consiste en une médaille d'or, sera donné à la personne qui, en France ou à l'étranger, sera l'auteur d'un travail ou d'une découverte faisant faire un progrès direct à l'Astronomie physique.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Prix *triennal,* à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Calculer plus exactement, en tenant compte des résultats des expéditions récentes, l'attraction de la Lune sur le bourrelet formé à la surface de la Terre par les marées. Examiner l'effet de cette attraction sur la vitesse angulaire de rotation de la Terre.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

Pierre de Tchihatchef, qui a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs,* a stipulé ce qui suit dans son testament :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou une assistance aux naturalistes de toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » ou des îles limitrophes, notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, régions déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques;* seront exclus les tra- » vaux ayant rapport aux autres sciences, telles que : Archéologie, » Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable de *Géographie physique.*

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Distribution géographique des plantes tropicales et subtropicales présentant une utilité pratique.

L'Académie met au concours, pour l'année 1918, la question suivante :

Progrès les plus récents introduits dans la Géodésie.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Budget de la Marine.)

Prix annuel, *destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.*

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus* » *contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, destiné à récompenser l'auteur d'une découverte originale dans les Sciences physiques, spécialement l'électricité et le magnétisme ou leurs applications.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500fr).

Ce prix *annuel alternatif* est destiné à récompenser des *travaux originaux de Physique ou de Mécanique*.

Le prix sera attribué, en 1917, à des *travaux originaux de Physique*.

Voir, pour 1918, au programme des prix de Mécanique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1919, à l'auteur du meilleur travail sur l'électricité ou sur ses applications diverses dans les arts, l'industrie et le commerce.

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Ce prix *annuel* à sujets alternatifs est spécialement destiné à des Français et a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs aux Sciences naturelles suivantes : 1° Géologie et Paléontologie (tous les deux ans); 2° Minéralogie et Pétrographie (tous les quatre ans); 3° Météorologie et Physique du Globe (tous les quatre ans).

Voir au programme des prix de Minéralogie et Géologie pour le prix biennal de *Géologie* et *Paléontologie*, et pour le prix quadriennal de *Minéralogie* et *Pétrographie*.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1918, à des travaux de *Météorologie* et *Physique du Globe*.

Il sera attribué au travail, manuscrit ou imprimé depuis la précédente attribution du prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manuscrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre la mention : *Académie des Sciences. — Prix Victor Raulin*.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000^{fr}).

Ce prix *biennal alternatif* est destiné à récompenser *le Français qui aura fait la plus belle découverte physique telle, par exemple, que la direction des ballons*.

Il sera décerné à l'auteur d'une invention de Physique, en 1919.

Voir, pour 1917, au programme des prix de Mécanique.

PRIX DANTON (1500^{fr}).

Ce prix *quinquennal* est destiné à récompenser les travaux relatifs aux phénomènes radiants.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs*, dont les intérêts seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches de Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné *chaque année* un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce est produite par l'auteur, celui-ci doit indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX HOUZEAU (700fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser *un jeune chimiste méritant*.

PRIX L. LA CAZE (10 000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *quadriennal*, attribué à des recherches de *synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, à un ou plusieurs savants, français ou étrangers, auteurs de travaux concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, de travaux concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000fr).

Ce prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Ce prix *annuel* à sujets alternatifs est spécialement destiné à des Français et a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs aux Sciences

naturelles suivantes : 1° Géologie et Paléontologie (tous les deux ans); 2° Minéralogie et Pétrographie (tous les quatre ans); 3° Météorologie et Physique du Globe (tous les quatre ans).

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1917, à des travaux de *Géologie* et *Paléontologie*, et, en 1920, à des travaux de *Minéralogie* et *Pétrographie*.

Voir au programme des prix de Physique pour le prix quadriennal de Météorologie et Physique du Globe.

Il sera attribué au travail, manuscrit ou imprimé depuis l'attribution du prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manuscrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre la mention : *Académie des Sciences. — Prix Victor Raulin.*

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX CUVIER (1500fr).

Prix *annuel*, à cycle triennal fixé comme suit :

Deux années consécutives aux Ouvrages les plus remarquables sur l'*Anatomie comparée ou la Zoologie* — il en sera ainsi en 1917 et 1919;

Une année à l'Ouvrage le plus remarquable sur la *Paléontologie zoologique* — il en sera ainsi en 1918.

PRIX JAMES HALL (700fr).

Ce nouveau prix *quinquennal*, fondé par Mme Joséphine Hall Bishop, en souvenir de son père le géologue James Hall qui fut Correspondant de l'Académie, est destiné à récompenser *la meilleure thèse doctorale de Géologie* passée au cours de cette période de cinq ans.

Le prix sera décerné, pour la première fois, en 1917, s'il y a lieu.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil- » leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, » sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

L'Académie décerne, *chaque année*, s'il y a lieu, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900fr).

Ce prix est donné *chaque année* à l'auteur d'un Ouvrage de Phanérogamie, écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200fr).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, au meilleur travail sur les cryptogames cellulaires d'Europe.

Voir, pour 1918, au programme des prix d'Anatomie et Zoologie.

PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON (500fr).

Ce prix *biennal, destiné à récompenser des travaux de physiologie végétale*, a été fondé par M. et Mme de Rufz de Lavison en mémoire de leur fils, décédé au Glacier des Étançons (Isère), le 4 juillet 1911.

Il ne pourra être partagé, devra, autant que possible, être décerné au cours des années impaires et ne pourra être attribué qu'à un Français.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1919, « au meilleur » *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord*, *du Pas-de-Calais*, *des Ardennes*, » *de la Somme*, *de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1923, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie*.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *annuel* à cycle triennal est fixé comme suit :

Deux années consécutives aux Ouvrages les plus remarquables sur l'*Anatomie comparée* ou la *Zoologie* — il en sera ainsi en 1917 et 1919 ;

Une année à l'Ouvrage le plus remarquable sur la *Paléontologie zoologique* — il en sera ainsi en 1918.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX THORE (200fr).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1918, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Voir, pour 1917, au programme des prix de Botanique.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce est produite par l'auteur, celui-ci doit indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse pour » la *science chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000fr).

Ce prix *unique* de *cent mille francs* sera décerné « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Jusqu'à ce que ce prix soit accordé, l'intérêt du capital sera donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou à celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou qui aura éclairé sur leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires*.

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire*.

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel* sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages » ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à » l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner » en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui » ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti- » quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX ARGUT (1200fr).

Aux termes du testament de Louis-Pierre-Jules Argut, ce prix *biennal* est destiné à récompenser *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine*.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1919.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1920, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de « l'Ouvrage le plus utile sur la *Physiologie expérimentale* ».

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX POURAT (1000fr).

Ce prix *annuel* est décerné *sur une question de physiologie à l'ordre du jour*.

L'Académie remet au concours, pour l'année 1917, la question suivante, qui avait été proposée pour 1915 :

Des rapports du sucre combiné du sang avec les matières albuminoïdes.

L'Académie met au concours, pour l'année 1918, la question suivante :

Étude expérimentale de quelques-unes des conditions qui font varier la quantité d'eau des différents tissus.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail *sur la Physiologie.* Il ne pourra être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400^fr^).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur des travaux de *Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX FANNY EMDEN (3000^fr^).

Ce prix *biennal*, fondé par Mlle Juliette de Reinach, est *destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être excercées à distance sur l'organisme animal.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Un prix de 1000^fr^ et deux mentions de 500^fr^.)

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000^fr^).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'histoire et la philosophie des sciences.*

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

FONDATION HENRI BECQUEREL (3000^fr^).

Le fondateur, feu Antoine-Henri Becquerel, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a laissé à celle-ci *le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages du capital qu'il lui léguait, soit pour établir* UNE FONDATION *ou* UN PRIX, *soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages* DANS LE BUT DE FAVORISER LE PROGRÈS DES SCIENCES.

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

FONDATION LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel* sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX GUSTAVE ROUX (1000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Vve Gustave Roux, en souvenir de son mari, est destiné à récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas le prix ne pourra être divisé.

Le titulaire du prix devra, dans le mois qui suivra l'attribution du prix, aller visiter, au cimetière du Montparnasse, la tombe de Gustave Roux.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

Ce prix *annuel*, fondé par M. Henri Wilde, membre de la Société royale de Londres, est décerné chaque année, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura

été jugé le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remontât à une autre année, antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1917 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1918.

PRIX HENRI DE PARVILLE (2500fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'Ouvrage scientifique qui en* » *paraîtra le plus digne : Livre de Science original* ou *Livre de Vulgari-* » *sation scientifique* ».

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix *biennal* à sujet variable.

Ce prix est décerné sur des sujets proposés, alternativement par la division des Sciences mathématiques et par la division des Sciences physiques.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.

L'Académie remet au concours, pour l'année 1919, la question suivante, qui avait été proposée pour 1915 :

Découvrir une couche photographique sans grain visible, et aussi sensible que le gélatinobromure actuellement en usage.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT (3000fr).

Ce prix *annuel*, institué par la loi du 15 germinal an IV et inscrit au budget de l'Instruction publique, est décerné sur des sujets proposés alternativement par la division des Sciences mathématiques, — sous le nom de GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, — et par la division des Sciences physiques, — sous le nom de GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

1° Grand prix des Sciences mathématiques.

Voir au programme des prix de Mathématiques le sujet proposé pour 1918.

2° Grand prix des Sciences physiques.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Modifications présentées par les trypanosomes dans le corps des insectes.

PRIX LE CONTE (50000fr).

Cette haute récompense est décernée, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Le Conte, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix *annuel* est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décerne ce prix, tous les deux ans, alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1918 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1920.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce prix *biennal* est destiné à récompenser *un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées, ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire*.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1918, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science*.

PRIX BORDIN (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné sur des sujets proposés alternativement par les sections des Sciences mathématiques et par les sections des Sciences physiques.

L'Académie met de nouveau au concours, pour l'année 1917, la question suivante, déjà proposée pour 1913 :

Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

L'Académie met au concours, pour l'année 1918, la question suivante :

Étudier les effets de la pression sur les combinaisons chimiques en général et en particulier sur celles qui sont susceptibles d'une application pratique.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus*
» *particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le*
» *choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies ;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies*
» *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des*
» *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;

» Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets — il en sera ainsi en 1918 et 1924
» — et chaque neuvième année à un travail sur le dernier desdits sujets
» — il en sera ainsi en 1921. »

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Ce prix *annuel* est successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, a dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1921.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public*.

L'Académie des Sciences décerne ce prix, tous les cinq ans, alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1926 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1921.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal*, « *destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie*
» *générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* »,
sera décerné, s'il y a lieu, en 1917.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, destiné à encourager le progrès des Sciences, est décerné à des Mémoires sur des questions particulières, propres à compléter l'ensemble de nos connaissances.

Ces questions sont choisies par l'Académie alternativement dans une

branche ressortissant à la division des Sciences mathématiques et dans une branche ressortissant à la division des Sciences physiques.

L'Académie met au concours, pour l'année 1917, la question suivante :

Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

Chacune des cinq Académies décerne à tour de rôle le prix Estrade-Delcros. L'Académie des Sciences l'attribue, tous les cinq ans, alternativement à des travaux ressortissant à la division des Sciences mathématiques — il en sera ainsi en 1923 — et à des travaux ressortissant à la division des Sciences physiques — il en sera ainsi en 1918.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la ville de Paris; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1919.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au concours.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* est « partagé entre les quatre élèves sortant chaque » année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des » Mines et des Ponts et Chaussées.

» Les nos 1 reçoivent 750fr et les nos 2 reçoivent 500fr qui leur seront » remis, au nom de L.-E. Rivot, en son vivant professeur à l'École des » Mines, pour les aider à acheter des livres de sciences et à faire des » voyages d'étude ».

FONDS BONAPARTE.

Les subventions que l'Académie des Sciences peut distribuer, grâce à la généreuse libéralité de l'un de ses membres, le Prince Bonaparte, ont pour but de *provoquer des découvertes en facilitant les recherches des travailleurs ayant déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient de ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.*

Les subventions peuvent être demandées directement par les candidats ou proposées par un membre de l'Académie.

La demande doit contenir un exposé précis des travaux projetés et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser. Tout membre de l'Institut qui désire proposer une subvention ou appuyer une demande doit le faire par écrit, et son avis motivé est mentionné dans le rapport général d'attribution.

Toutes les demandes ou propositions doivent parvenir au Secrétariat de l'Académie *avant le 1er janvier;* passé cette date, elles sont renvoyées à l'année suivante.

Les subventions sont au minimum de 2000fr.

Les membres de l'Institut qui auront appuyé une demande devront, dans les deux ans qui suivront l'attribution, remettre une note écrite indiquant l'emploi qui aura été fait des fonds accordés.

Obligations des bénéficiaires. — Toute personne qui aura reçu une subvention sur le Fonds Bonaparte devra adresser à l'Académie : 1° au bout de 12 mois, un rapport succinct relatif à la manière dont elle aura employé les ressources mises à sa disposition et aux premiers résultats obtenus; 2° dans un délai de deux ans, un résumé des travaux effectués à l'aide de la subvention; ce résumé sera écrit spécialement pour l'Académie et sera accompagné d'une liste bibliographique, s'il y a lieu. Son étendue ne devra pas dépasser deux pages in-4°. L'ensemble des rapports constitue une publication annuelle qui porte le titre de *Recueil du Fonds Bonaparte.*

L'Académie se réserve d'insérer dans ses publications ordinaires les

travaux d'une plus grande étendue, qui lui paraîtront mériter une mention spéciale.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La même sanction serait appliquée à tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus.

FONDATION LOUTREUIL.

Cette fondation a pour but d'encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris et de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et chercheurs libres, indépendants de ces établissements : le progrès des sciences de toute nature; la création et le développement de l'outillage des laboratoires; le développement des collections, bibliothèques et publications savantes; les recherches et les voyages scientifiques; la création de cours d'enseignement. Elle permet de donner des allocations pécuniaires à des savants, attachés ou non à ces établissements, et dont les ressources sont souvent inférieures à leur mérite.

Les demandes de subventions doivent être adressées au Secrétariat de l'Académie *avant le* 31 *mars*. Elles indiquent le but et l'objet des recherches à entreprendre, leur intérêt scientifique, leur durée probable, les dépenses qu'elles peuvent entraîner. S'il s'agit d'un accroissement de collections, de bibliothèque ou bien de constructions, elles indiquent les lacunes qu'il s'agit de combler, l'utilité des dépenses projetées, etc. Si la demande émane d'un établissement, elle doit être accompagnée, en outre, du procès-verbal de la séance du Conseil de cet établissement dans laquelle la demande a été votée.

Aucune demande de subvention permanente n'est acceptée.

Dans le cas où tel établissement de haute culture scientifique jugerait immédiatement utile la construction de bâtiments destinés à abriter, soit une collection, soit l'outillage d'un laboratoire de travaux ou de recherches scientifiques, et dans le cas où cette construction ne pourrait être assurée assez rapidement par l'État ou la ville intéressée, le revenu de la Fondation pourra, si le Conseil de la Fondation l'autorise, être affecté, jusqu'à concurrence de un cinquième, à gager un ou plusieurs emprunts contractés par l'établissement, à l'effet d'assurer cette construction.

Les demandes de subventions sont examinées par un Comité consultatif, composé d'un représentant, élu pour trois ans, du Muséum d'Histoire natu-

relle, désigné par ses professeurs; du Collège de France, désigné par ses professeurs de sciences; du Conseil central des Observatoires; du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique; de chacune des Écoles vétérinaires d'Alfort, Lyon et Toulouse, choisi par les professeurs de ces écoles; de l'Institut national agronomique, désigné par ses professeurs. Le Président de l'Académie des Sciences pourra ajouter à cette liste des inventeurs ou savants notoires n'appartenant à aucun établissement, et des représentants d'établissements scientifiques non dénommés ci-dessus.

L'attribution définitive des subventions est faite par un Conseil de six membres pris dans l'Académie suivant les conditions fixées par le testament.

Obligations des bénéficiaires. — Toute personne ou tout établissement qui a reçu une subvention sur la Fondation Loutreuil est tenue d'envoyer au bout d'un an, s'il s'agit de recherches scientifiques, et de six mois s'il s'agit d'accroissement de matériel ou de constructions, un rapport sur l'emploi qu'il en a fait. S'il s'agit d'une subvention destinée à des recherches, les résultats de celles-ci doivent être indiqués. Quand l'emploi des fonds exige plus d'une année, il y a lieu de faire un rapport annuel; la non-exécution de cette clause entraînera la suppression de toute subvention ultérieure.

Le rapport général du Conseil et les rapports annuels des savants ou établissements subventionnés feront l'objet d'une publication spéciale qui portera le titre de *Recueil de la Fondation Loutreuil.*

L'Académie se réserve d'insérer dans ses publications ordinaires les travaux d'une plus grande étendue, qui lui paraîtront mériter une mention spéciale.

La publication de tous travaux, subventionnés par la Fondation Loutreuil, devra porter mention, après le titre, qu'ils ont été entrepris avec l'aide de cette Fondation.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Académie des Sciences, avec une lettre adressée à MM. les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences, constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de trois exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. GASTON DARBOUX, Secrétaire perpétuel, lit un Rapport sur les *Concours de* 1915.

G. D. et A. Lx.

TABLEAUX
DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1915.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1915.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

GÉOGRAPHIE.

NAVIGATION.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1917, 1918, 1919, 1920....

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1917, 1918, 1919, 1920....

1917.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCŒUR.
PRIX BORDIN. — *Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.*
PRIX VAILLANT. — *Déterminer et étudier toutes les surfaces qui peuvent, de deux manières différentes, être engendrées par le déplacement d'une courbe invariable.*

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.
PRIX PONCELET.
PRIX PIERSON-PERRIN.
PRIX FOURNEYRON. — *Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.*

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.
PRIX VALZ.
PRIX G. DE PONTÉCOULANT. — *Mécanique céleste.*
PRIX DAMOISEAU. — *Calculer plus exactement l'attraction de la Lune sur le bourrelet formé à la surface de la Terre par les marées.*

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.
PRIX GAY. — *Distribution géographique des des plantes tropicales et subtropicales présentant une utilité pratique.*

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.
PRIX PLUMEY.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.
PRIX HUGHES.
PRIX HENRI DE PARVILLE.
PRIX GASTON PLANTÉ.

CHIMIE.

PRIX JECKER.
PRIX CAHOURS.
PRIX MONTYON. — Arts insalubres.
PRIX HOUZEAU.
PRIX BERTHELOT.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.
PRIX JOSEPH LABBÉ.
PRIX VICTOR RAULIN. — *Géologie et Paléontologie.*
PRIX FONTANNES.
PRIX JAMES HALL.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.
PRIX MONTAGNE.
PRIX DE COINCY.
PRIX THORE.
PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON. — *Physiologie végétale.*

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.
PRIX CUVIER.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.
PRIX BARBIER.
PRIX BRÉANT.
PRIX GODARD.
PRIX DU BARON LARREY.

Prix Bellion.
Prix Mège.
Prix Argut.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon.
Prix Philipeaux.
Prix Lallemand.
Prix Pourat. — *Des rapports du sucre combiné du sang avec les matières albuminoïdes.*
Prix Fanny Emden.

STATISTIQUE.

Prix Montyon.

HISTOIRE DES SCIENCES.

Prix Binoux.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago.
Médaille Lavoisier.
Médaille Berthelot.
Fondation Henri Becquerel.
Fondation Gegner.
Fondation Lannelongue.
Prix Gustave Roux.
Fondation Trémont.
Prix Wilde.
Prix Lonchampt.
Prix Saintour. — *Sciences mathématiques.*
Prix Henri de Parville.
Prix Vaillant.
Prix fondé par l'État : Grand Prix des Sciences physiques. — *Modifications présentées par les Trypanosomes dans le corps des Insectes.*
Prix Petit d'Ormoy.
Prix Bordin (Sciences mathématiques). — *Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.*
Prix Serres.
Prix Alhumbert. — *Étude de l'action du champ magnétique sur les liquides cristallins.*
Prix Laplace.
Prix Félix Rivot.
Fonds Bonaparte.
Fondation Loutreuil.

1918.

Grand Prix des Sciences mathématiques. — *Perfectionner en un point important l'étude des puissances successives d'une même substitution, l'exposant de la puissance augmentant indéfiniment.*
Prix Poncelet.
Prix Fourneyron. — *Étude théorique et expérimentale des roulements à billes.*
Prix Boileau.
Prix Henri de Parville. — *Mécanique.*
Prix Janssen.
Prix Gay. — *Progrès les plus récents introduits dans la Géodésie.*
Prix Binoux.
Prix Delalande-Guérineau.
Prix L. La Caze. — *Physique.*
Prix Danton.
Prix Victor Raulin. — *Météorologie et Physique du Globe.*
Prix L. La Caze. — *Chimie.*
Prix Cuvier.
Prix da Gama Machado.
Prix Thore.
Prix Pourat. — *Étude expérimentale de quelques-unes des conditions qui font varier la quantité d'eau des différents tissus.*
Prix L. La Caze. — *Physiologie.*
Prix Martin-Damourette.
Prix fondé par l'État : Grand Prix des Sciences mathématiques. — *Perfectionner en un point important l'étude des puissances successives d'une même substitution, l'exposant de la puissance augmentant indéfiniment.*
Prix Le Conte.
Prix Houllevigue.
Prix Caméré.
Prix Jérôme Ponti.
Prix Bordin (Sciences physiques). — *Étudier les effets de la pression sur les combinaisons chimiques en général et en particulier sur celles qui sont susceptibles d'une application pratique.*
Prix Parkin.
Prix Estrade-Delcros.

1919.

Prix Kastner-Boursault.
Prix Pierson-Perrin.
Prix de La Fons-Mélicocq.
Prix Chaussier.
Prix Jean-Jacques Berger.

1920.

Prix Pierre Guzman.
Prix Victor Raulin. — *Minéralogie et Pétrographie.*
Prix Dusgate.

1921.

Prix Jean Reynaud.
Prix du baron de Joest.

1923.

Prix Bigot de Morogues.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE NOVEMBRE 1915.

L'Année biologique, publiée sous la direction de M. YVES DELAGE, Membre de l'Institut, 16e année, 1911. Paris, Lhomme, 1915; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Yves Delage.)

Notes ptéridologiques, par le Prince BONAPARTE, Membre de l'Institut, fasc. I. Paris, chez l'auteur, 1915; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

1815-1915. *Centenaire de la Société helvétique des Sciences naturelles.* Notices historiques et documents publiés par la Commission historique instituée à l'occasion de la session annuelle de Genève (12 au 15 septembre 1915). Tome 50 des *Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles.* Genève, 1915; 1 vol. in-4°.

Un Institut africain de Technologie agricole et de Recherches scientifiques, par ÉMILE PERROT. Paris, O. Doin, 1915; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, année 1914, 1er et 2e semestres, 68e Volume. Auxerre, 1915; 2 vol. in-4°.

Association française pour l'Avancement des Sciences. *Compte rendu de la 43e session, Le Havre*, 1914, *Notes et Mémoires*. Paris, Masson, 1915; 1 vol. in-8°.

XI Boletin del Servicio sismologico de Chile, Memorias, por don FERNANDO DE MONTESSUS DE BALLORE. Santiago-Valparaiso, Soc. Imprenta-Litografia Barcelona, 1915; 1 vol. in-8°.

Schets eener Kritische Geschiedenis van het begrip Naturwet in de nieuwere Wijsbegeerte, door Dr J. CLAY. Leiden, Brill, 1915; 1 vol. in-8°.

Collected papers from the research laboratory Parke, Davis and Co. Detroit, Mich. Dr E. M. HOUGTON, director. Reprints, Vol. 3, 1915; 1 vol. in-8°.

Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1918, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich*, published by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. London, T. Fisher-Unwin, 1915; 1 vol. in-8°.

British antarctic Expedition 1907-1909. *Reports, Geology*, Tome I : *Glaciology, Physiography, Stratigraphy and tectonic Geology of South Victoria Land*, by EDGEWORTH DAVID and RAYMOND E. PRIESTLEY. London, William Heinemann, 1914; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT-SOIXANTE-ET-UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1915.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 161.

A

ANATOMIE.

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CHIRURGIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

PRIX.

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

MM. Pages.

E

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
56604 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.